

新智識叢書

海 洋 學 通 論



商務印書館發行

527
4241

684



新智識叢書

海洋學通論

堀山英二著
許心芸譯

商務印書館



新智叢書
海洋學通論

島書有著作權翻印必究

中華民國十九年三月初版

每冊定價大洋叁角伍分

外埠酌加運費

原著者 梶山英二

譯述者 許心芸

發行兼印刷者 上海寶山路

商務印書館

發行所 上海及各埠

商務印書館

定價大洋叁角三分

New Knowledge Library
GENERAL OCEANOGRAPHY

By

KAJIYAMA

Translated by

HSU SIN YUN

1st Ed., Dec., 1930

Price: \$2.35; postage extra

THE COMMERCIAL PRESS, LTD., SHANGHAI

All Rights Reserved

海洋學通論

目次

緒論

第一章 海洋地學

第一節 海洋之廣袤

第二節 海洋之形態

第三節 底質

第四節 海岸線

第五節 表面水溫

第六節 表面下水溫

第七節	鹽分與比重·····	二八
第八節	光線·····	三二
第九節	水色及透明度·····	三五
第十節	海水之鹹性·····	三八
第十一節	流冰·····	四〇
第十二節	海水之壓力·····	四二
第十三節	沿岸水與大洋水·····	四四
第十四節	海流·····	四五
第十五節	波浪·····	五〇
第十六節	潮汐·····	五四

第二章 海洋氣象學

第一節	氣壓·····	五八
第二節	氣溫·····	六二
第三節	濕度·····	六四
第四節	風·····	六六
第五節	氣候·····	七五

第三章 海洋生物學

第一節	生物之分布·····	七八
第二節	浮游生物·····	七九
第三節	最少限之法則·····	八一
第四節	細菌之作用·····	八三
第五節	海產生物之適所·····	八四

第六節	珊瑚礁·····	八八
第七節	發光及色·····	九〇
第八節	繁殖·····	九一
第九節	洄游·····	九四
附錄	·····	九七

海洋學通論

緒論

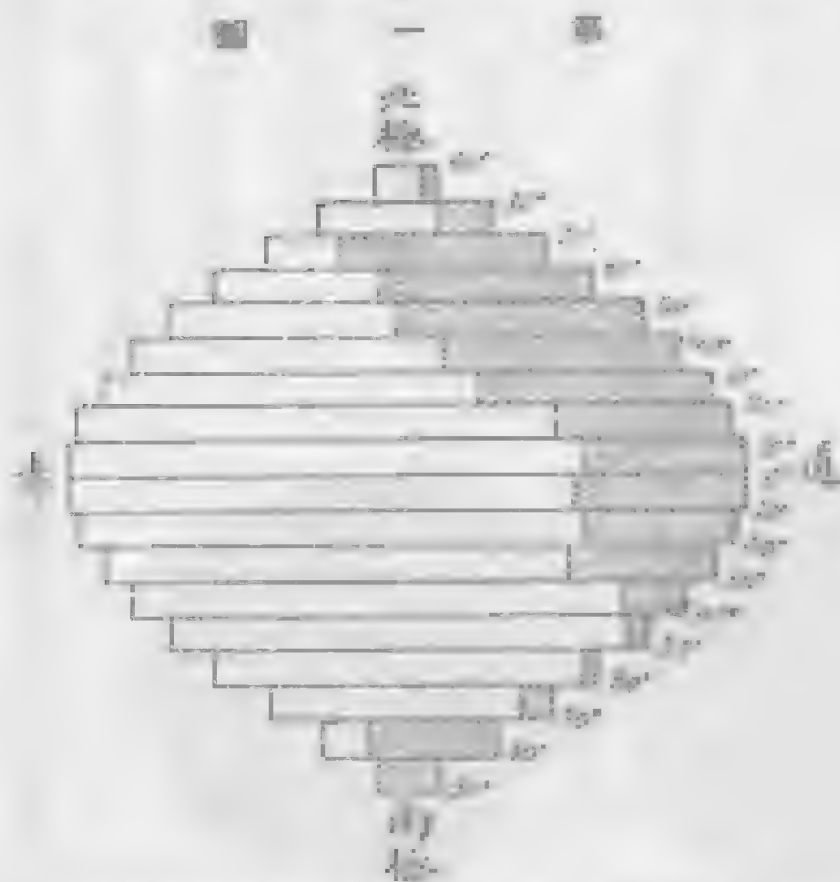
吾人當風平浪靜、海面如鏡之春日，駕舟泛乎海中，見美麗之日光，自杳渺之蒼穹下射，映照水面，顯露光輝，而柔和之微風，輕拂肌膚，徧體舒暢。當斯時焉，放眼遠眺，恍惚獨坐草地之中央，快感無窮，幾不知托身何所矣。然偶爾步近船緣，俯視深海中黑暗之水層，頓覺慄然生長，如一旦風伯施威，陰暗之海面上，怒濤澎湃，形同鋸齒，聲若雷動，豈不更可畏懼乎。從此知宇宙之變幻無常，真可令人心驚不止也。其他如海水常無一刻停滯，必向任何方向不絕流動，溫暖之海流與寒冷之海流，常相混合而調節氣候，海底經過長久年月之變化，其構造，海棲生物之強食弱肉，到處發生生存競爭等，觸目皆然，大有施以研究之價值。海洋學者，即爲研究此等事實之學科也。考海洋學一科，自英國之調查船，在一八七二年至一八七六年間，就各大洋調查以後，始行勃興，就此研

究者漸多，至於現世，此科之學業，亦漸見進步矣。

第一章 海洋地學

第一節 海洋之廣袤

吾等所居之地球，其表面約達五億一千萬方公里之多，其中陸面積約佔五億五千萬方公里，而海洋約佔三億六千萬方公里，由此可知陸面積與海洋面積之比例也。茲如將地球面積之十等分中，以陸面積比較之，北半球自北緯四十度至七十度處，南半球自南緯七十度至九十度處，陸面積與海洋面積之比例，大抵如圖一。



（圖一）陸地與海洋面積之比例

地球之上，凡自赤道至北極之處，稱曰北半球，自赤道至南極之處，稱曰南半球。北半球上，陸地與海面，係以四對六之比例，南半球上，卻成二對八之比例；換言之，即陸地僅在北半球，海面僅在南半球是也。茲如定個數，將北及南兩面附近海面，將地球分為二分，即得一方包含陸地之六部，他方僅包含小部份之兩部，前者稱為陸半球，後者稱為水半球。陸半球中，陸地與海面，係以五對五之比例，水半球中，則成一新九之比例（圖二圖一）。

海與陸顯著者曰洋，較小者名曰海，一方包以陸地者名曰海，得此種新海則分為太平洋、大西洋、印度洋、北冰等五大洋，惟如北冰洋者，其面積名為洋而實小，故於地理上，概歸隸屬於大西洋，而北冰洋因天然之阻隔不固，故亦分別隸屬於太平洋。大西洋與太平洋又其相連之兩海，在地理上，亦各各隸屬於

四



(左) 陸半球與 (右) 水半球

太平洋、大西洋、印度洋，故至現代，地理上之全海，實際上經分三大洋而已。即海面二億六千萬方
 公里中，太平洋居一億七千七百萬方公里，大西洋居一億七百萬方公里，印度洋居七千六百萬
 方公里。其中太平洋及大西洋之面積，因面積大，故得由赤道劃分為南北太平洋與南北大西
 洋之三分。茲將歸屬於三大洋之主要海灣及其面積，列表於左：

名	積	名	積
東海	一二四〇 <small>（萬方公里）</small>	北海	五七二 <small>（萬方公里）</small>
南海	二二四〇	北極海	一四〇〇〇
日本海	一〇四三	地中海	二九七〇
鄂羅次克海	一五〇八	紅海	四六〇
白令海	二二七五	墨西哥灣及 加勒比海	四五八〇

地球上之陸地，如合併兩極大陸計之，僅可分為七大洲，面積約一億五千萬方公里。茲亦表列於左：

洲名		面積	
亞細亞洲	四三	亞非利加洲	三〇
北亞美利加洲	二一	南亞美利加洲	二〇
南極洲	一四	大洋洲	一二
歐羅巴洲	一〇	計	一五〇

七大洲中，以亞細亞洲之面積最廣，計佔地球面積之三分之一。歐羅巴洲面積最狹，僅佔七大洲之面積之六分之一。太平洋之面積，則佔地球面積之三分之一，其廣可令人嘆為觀止。

[illegible]

陸路之最高峯，其高度遠不及海面，其深處猶如西藏與印度間喜馬拉亞山之受勢，並同經此一層之土地，南端爲陸地最高峯，其高度不過八千八百四十公尺，而海面之最深部，

如圖所示，納（Narrow）者，其深度即達九
 千八百八十公尺，兩者相較，相差甚其，陸地
 之低地及尾端，而後其廣，是為陸地之特色，
 海面之大洋深處地，則其特點，是為海面之
 特色（第三圖）。

大陸架及斜面區域之面積，約達海面全
 積之十分之二，陸地地，則不達十分之一。然
 大洋就其面積，則達十分之七，大洋深處於
 起伏，則凸其甚，斜面區域則有單峰，大洋深處
 地，則呈較緩之傾斜，而山麓，則為陸地，傾
 斜陡急，但不相連續，多設在大洋之各處，其
 三大洋之深度，則表如下：

第一章 海洋地學

圖 三 第



洋名	面積 百〇萬公方里	自赤道起 所佔之度數	五萬〇〇〇公方里以上之 面積	計平均水深
太平洋	二六〇 <small>面積方里</small>	一四二 <small>面積方里</small>	一〇 <small>面積方里</small>	一七八 <small>面積方里</small>
大西洋	三五	六六	六	一〇七
印度洋	一三	五九	四	七六
計	七四	二六七	二〇	三六一
				三七〇

太平洋為新開闢地，其在太平洋中者為最廣，其面積以在太平洋中者較大。

凡水深達七千五百公尺以上之處，皆稱為深淵。深淵多設在接近陸地之處，面積約達五十六萬方公里，其中五十二萬方公里，僅在太平洋中，其十分之八，係形成馬尼拉海峽（二）
三 深淵。北太平洋中之深淵，最著名者，為馬尼拉海峽，其面積達四萬方公里，其深度約達九千七百八十公尺，故有世界第一深淵之稱。茲將世界三大洋之深淵，就其主名者，表不其平均水深如左：

海名	平均水深	海名	平均水深
東海	一八〇 <small>公尺</small>	北海	九四 <small>公尺</small>
南海	一五〇〇	北極海	一二〇〇
日本海	一五〇〇	地中海	一四五〇
鄂魯次克海	一三〇〇	紅海	四九〇
日合海	一三四〇	墨西哥灣及加勒比海	二二〇〇

由上表觀之，可知淺海之中，以北海為最淺，而其次之，則時世等海中，漁業之豐，實由於水勢較淺所致。

測深用之器械，使用最廣者，當在羅賓士測深器（羅賓士）此器之輪上，裝有用鋼製或皮之繩，長十四呎，或之索一條，索之一端，固可鉛錘一枚，當將繩放入海中，繩索徐徐放出之際，因索經過測深表，得將放出之索之長度，由表之針針形，由表長紙圈，測得索之深度，亦得易於

置定在停水儀器定以後，乃將此新輪，牽索出水。

第三節 底質

調查海底之物質，名曰底質。淺海之底質，常由岩體砂礫或泥土等所構成，唯其富於變化，然淺海之底質，則較由沉積物主成之堆積物構成之底質，含有陸性底質。海洋性底質二種：陸性底質，乃由堆存於海岸上之物質，及由河流搬運之物質，依風波或海流之作用，搬運至於深洋，漸漸沉澱而成，大凡深達一千呎之底質，悉屬之陸性底質，更分有淺海底質與深海底質二種：淺海底質，乃為深達百呎之底質，係由含有砂礫之陸上物質，無多大之變化，漸漸沉澱而成，其向陸約不過全海深百分之五；深海底質，乃為深達百呎至千呎間之處。



卡爾斯頓器 (A) 及測深器 (B) 相括

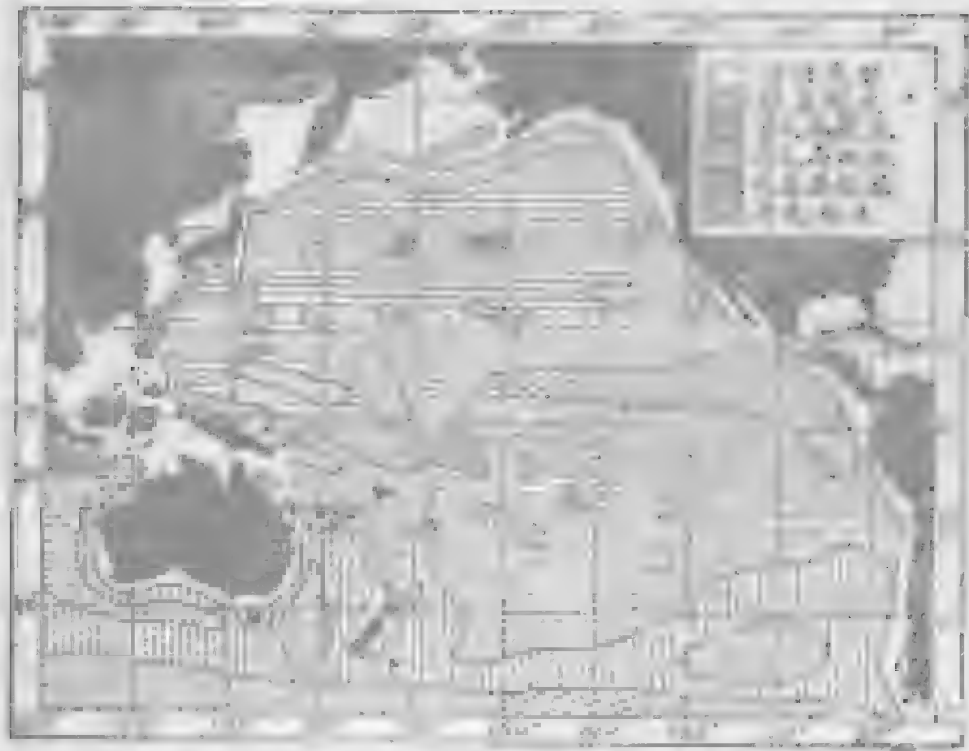


圖 五 太平洋

圖 六



圖 六 太平洋

習，帶狀土林乃由膠土物質完全分解而成，常作粉狀，普通因呈性黏之不同，分有赤色、青色、泥

褐色、灰山泥及鐵礦泥等數種，其面積亦不小，約佔百分之十二而已。

膠性泥岩係由膠浮於大洋中之浮游生物之殘骸及有機物經腐爛沉

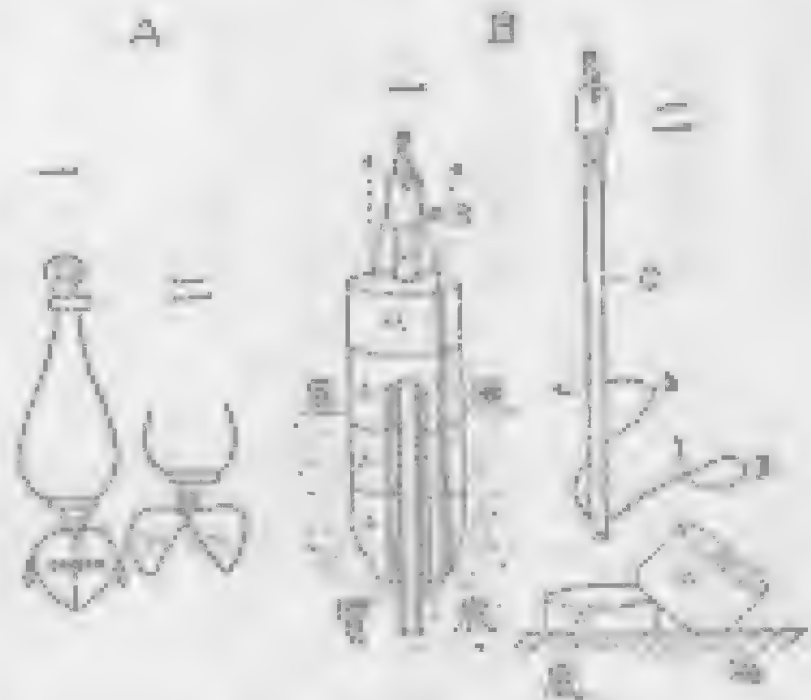
微而吸，爲費估計深達一千磅以上之價值，成其性質之不同，亦分有效財無效財，有孔藏無孔藏，足爲材料，其應收稅及淨色粘土等數目，紙中知亦色粘土，係由礦坑狀物，其粘土向深處變成者，此種性質之黏土，約占全產量之百分之八十二（第六、七、八、九屬）。

第九圖



放盤器沈圖

第十圖



實圖放盤器

種在深海底面之底質，如欲採取之，則非應用一種底質採取器不可。此器常固定於船中，測深器之索端，測深時，將底質一同捕獲。底質採取器分有二種：一適用於淺海，一適用於深海。而第十圖A所示者，即為適用於淺海之採取器也。圖中（一）為放入海中之狀，（二）為採得底

實後之狀。圖中其爲用於深海之探取器，圖中（一）爲達到無底時之狀態，（二）爲攪起中底層時，則以支柱試驗，（三）爲採取管出水面之狀，圖中編號及圖，並帶海底，以便提管出水之際，得因而減少壓力也。

第四節 海軍編制

海面之高度，經下斷以外，皆隨四季而有變化，如日本近海冬季之海面，較夏季稍低者，即是。凡綜合一年間海面之高山平均所得之海面，定稱年平均水面。當將四邊平均水面繪，未離分界之線，則稱海洋線。又表示深度之水線，大抵廣闊近於低海面之線，或中高度之水線，則為應用平均水面（第十二圖）。

海岸線受地盤之收縮、沉陷、土砂漂却、崩潰、及侵蝕等作用，亦常發生變化。其由地盤之收縮引起之變化，即陸地沉陷、海堤



海陸關係之影響是也。此種關係，只是大洲內海岸長為縮減，海岸線常因之而縮減不止。自歷
 史發生之變化，顯著者亦甚多。例如去年日本東京大地震時，即由於某處陸地下降數尺，或為底
 上某數尺所致，同時海岸線亦發生加減。由上述可知陸地之變化，其因甚多，如大河流河口處之
 三角洲與砂洲，當其形成之際，即能增加海岸線之長度。至由波濤之侵蝕所至之變化，則與氣候
 風之風力大有關係，當風浪發生之際，即能侵蝕海岸，漸漸侵入，海岸線亦隨而變長。

海岸線距離之多少及長度，對於該地漁業貿易及水產物之產額上，含有甚大之關係。即海
 岸線越曲折多，則船舶之停泊地，亦隨之越多，漁業貿易，乃得因而而興。至其距離太遠，則水產物
 之運銷，必能比較增加。茲將六大洲（即南極洲外）海岸線之長度，對於陸地面積之比例，表示如
 下：

洲名	陸地面積	海岸線長度	陸地一平方公里 中海岸線之長	海岸線一公里 中海陸面積之積
亞細亞洲	四二	五六	〇.〇〇二二	二七〇
亞非利加洲	三〇	二六	〇.〇〇二一	一一六〇

北亞利加洲	二二	三九	〇・〇〇一九	五四〇
南亞利加洲	二〇	二四	〇・〇〇一二	八三〇
大洋洲	二三	一六	〇・〇〇二三	七五〇
歐羅巴洲	一〇	三一	〇・〇〇三一	三二〇
計	一三六	一九二	〇・〇〇二五	七〇〇

由上表觀之，可知海平線以歐洲為最高，北亞利加洲次之，亞利加洲最低，觀夫歐洲地處貿易之發達，亞利加洲之平穩，兩海岸線之關係，當可直捷證明之。

第五節 海面水溫

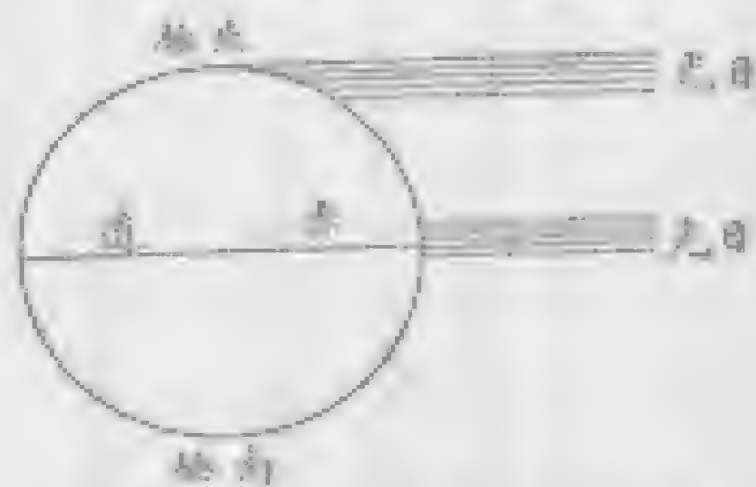
海水之水溫，於一日間所起之變化，名曰日變化，每日以午後三時為最高，日出時為最低，較經氣溫之最高與最低之時刻，約遲一小時許。一日間現平均水溫之數額，為午前九時及午後十

時之際，在溫帶地方，日變化約 0.5 度，在十分度以下之深層，則無變化。

太陽之直射，以赤道方面最強，兩極方面最弱，故海水之溫度，以赤道方面最高，兩極方面最低。在赤道方面之溫度，在各大洋中，達三十度者甚多，然有內海中，則往往達三十度以上，如紅海之溫度，常達三十五度者，即其一例。兩極方面之溫度，則達零下二度者有之，蓋因海水之中，含有鹽分，其冰點往往降下，故有零下二度之溫度也。茲將北太平洋緯度每十度之平均溫度，列表如下：

北緯	0度	10度	20度	30度	40度	50度	60度
平均溫度	二六·八	二七·〇	二五·二	二二·一	一三·八	七·六	四·五

圖 二 十 第



太陽直射與海水溫度之關係

赤道直下之水温，常較北緯十度附近處稍低，此因最高水温之區域，而偏於赤道之北方所致。又於北緯三十度至五十度間，水温之相差特大，此因暖流性海水與暖流性海水在此附近處互相接觸故也。

凡將水温圖度之各點，以線連結之，此線名曰等温線，便於比較各地水温之用。

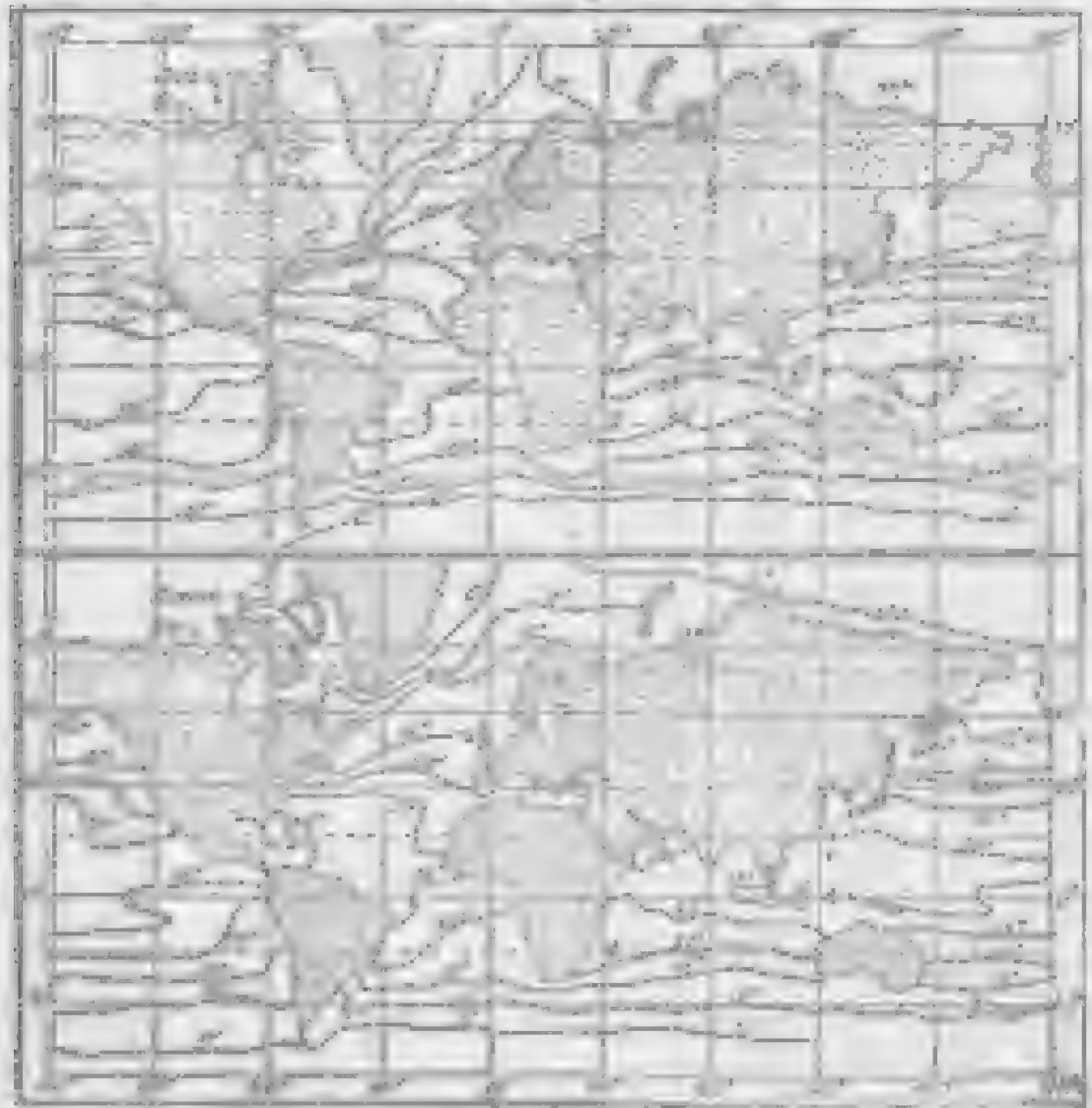
三大洋之表面水温，凡自赤道附近至四十度附近之處，各洋表面之水温，概較東側為高，自四十度附近至極海附近之處則反之，其中所有之附屬海，亦大體呈此趨向。

表示最高水温之海面區域，在各季中大體均以赤道為中心，然一至夏季，則顯著偏入北方，故全年之中，表示最高水温之海面區域之中心，係稍偏於赤道之北方，此乃南方因非洲與南美洲大陸之南端狹窄，各大洋係得自由與南極海相連繫，北方因北美洲與亞細亞三大陸北端較廣，各大洋係由小口與北極海相連繫所致。又於南極方面之海面，較北極方面之海面廣大，對於關係水温之勢力較強一端，亦為一主要之原因也。

三大洋之水温，如互相比較之，知有熱帶地方者，以印度洋最高，太平洋次之，大西洋最低，在

第三中圖

三



三 大 洋 面 水 分 分 別 圖

南半球溫帶中，則以大西洋最高，大西洋與印度洋略同，在北半球溫帶中，則以大西洋最高，太平洋最低，如再對北半球與南半球溫帶地方之水温比較之，可知太平洋之水温，略略較大西洋在北半球之水温，高約二度，接近極地處，則高至七度，此固受有暖流之影響也。

夏季水温與冬季水温之差，在熱帶地方及寒帶地方，較其小，溫帶地方，較其高，大抵將比太平洋之平均較高，更示如次：

北緯	〇度	一〇度	二〇度	三〇度	四〇度	五〇度
平均較差	二·三	二·二	三·六	六·七	一〇·二	八·四

由上表觀之，可知太平洋於北緯四〇度附近處，較差較大，此因該處附近，夏季受暖流之影響多，冬季受寒流之影響所致，如在熱帶各處，因受熱地之影響，故該處之較差，亦較寒帶為大，惟北緯較差最大之處，在太平洋中則以日本近海為最著，大西洋中則以紐芬蘭近海為最著，蓋皆為受有強回之地方也，至如溫帶與寒帶等，則皆受其大氣上之影響，故其較差亦大。

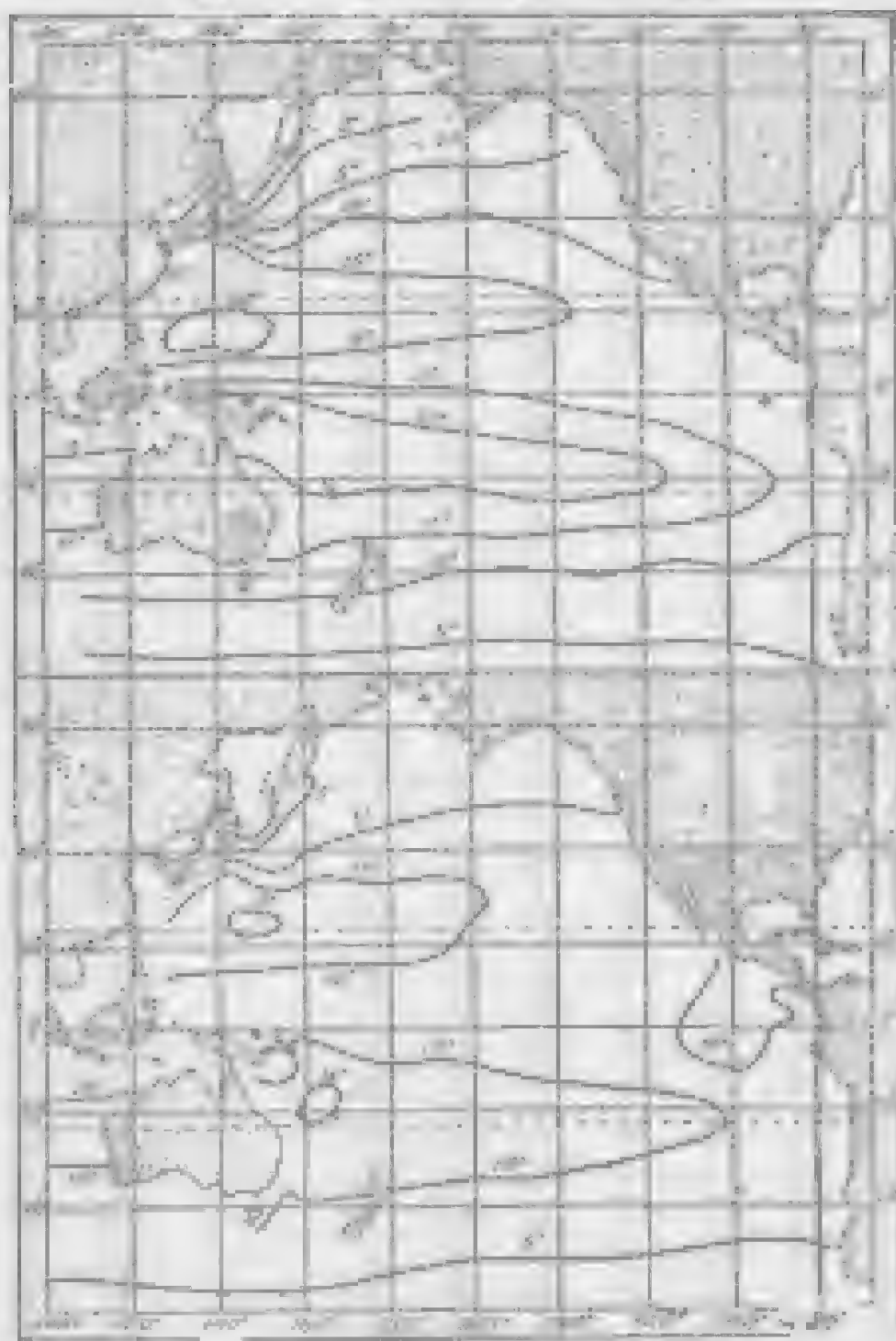
日本近海之特異，在北緯三十度附近，約七度，在北緯三十五度附近，約十度，在北緯四十度以上，約十五度。日本海及東海各處，則常達十五度至二十度，較中東海比較稍大。

第八節 表面下水溫

水爲極之不良導體，故於水之表面上，雖加以任何高熱，或增溫，僅能使之上昇。在海洋之中，下層海水溫度之上昇，雖由於日光透射至該層所致，然太陽之熱，表面已被多量吸收，達到下層之熱，爲量極少，故當表面之水溫達相當高度時，下層之水溫，仍極低下，極爲顯著。受太陽之熱，而昇溫之深度，在熱帶方面，常深達六百公尺，溫帶方面，即減至二百公尺至三百公尺，寒帶方面，則於表面之上，常可見極少之溫度。至在日光不能透射之深度，自厚冰上言之，必極寒而難融，然因海流之移動，常見日光不能透射之深度，而能保持相當之溫度者有之，故大洋之水溫，平均三千七百公尺處，其溫度之水溫，常達二度，然在熱帶方面，水溫達三千公尺處，溫帶方面水溫達二千公尺處，即達二度，然偶有寒流性海水存在處，即在上層，而溫度僅達二度者亦常見。

太平洋中深達二百公尺處之等溫，在熱帶方面，約達十五度至二十度，溫帶方面約達五

圖 四 十 第



度，水之溫度凡公百二達深洋帶北(註)
溫度之度凡公百相達深洋帶南(註)

度深十度；深達四百公尺處之水深，在熱帶方面及至南北緯度四十度附近處，常達十度，自此以北及以南，漸達五度。日本千島列島附近，為最著之冷源處，此乃由於西伯利亞海底層二寒水滲透，於千島列島附近處受溫帶之影響而上升所致。

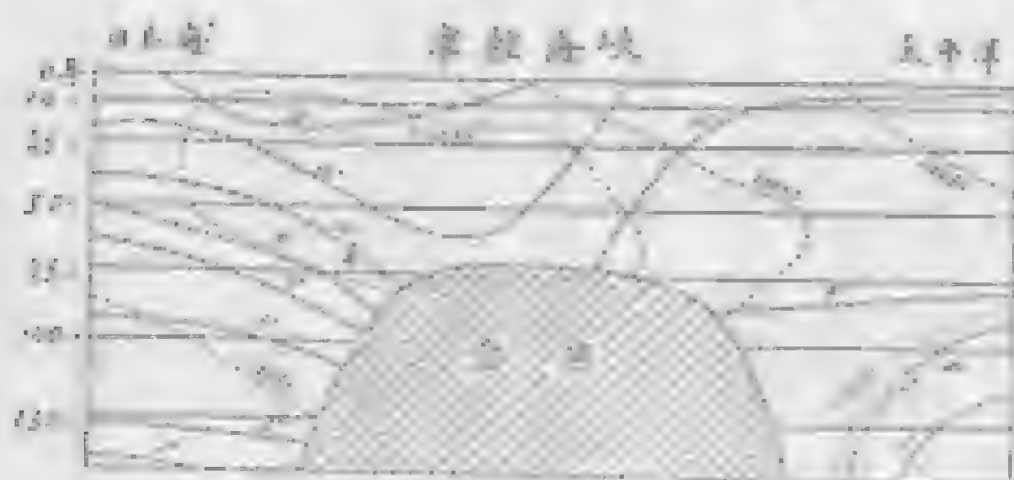
表面下水溫之較差，當較表面水溫之較差為大，惟恆隨水溫之增加而漸次減小，以至四季之中以夏季有一定之溫度，在熱帶方面及寒帶方面，表面下水溫之較差極小，其用變化，當觀察上層，並在溫帶方面，不僅由太陽照射量之變化，能使表面下水溫之較差增大而已，故因寒流與暖流之消長，亦能使之增高，且該項變化，當及深層，據歐洲北海中之調查，其表面水溫之較差為九度，深達一百公尺處為二度，二百公尺處為一度，至三百公尺處，則存變異云。

水溫與海底地形之有關係，顯有顯著之關係，因滿洲底上有奇狀海底地形，其突起處與嶺之水深，常有差異故也。北大西洋之挪威海，即其最著者，又日本之津輕海峽亦著，此兩處在日本海與太平洋之中間，水勢極淺，凡深達百呎以上之兩海水，始不能互相流通，故日本海深層之水深，約為二度，而太平洋之深層，常達五度至七度，日本海之海之暖海水，當對馬海流之海水，當回

太平洋方面流也，故太平洋一側五度以下之海水，多呈
觀潮性。

水溫傳遞以在表面者為較高，並常隨水深之增
加而漸降，故於深層之中，常有溫度急激減降之
一水層存在焉，此種水層，名曰變溫層。變溫層雖多發生
於寒流性海水與暖流性海水相重較烈之際，然當夏季
之中，太陽直射於高緯度之海面上時，亦多發生，例如日
本北海道東側，夏季自表面至深達二十公尺處，水溫約
十八度，至三十公尺處，即降至五度，而其二十五公尺附
近處，僅有幾度，斷存在此處，又如鄂爾克次島之北端，凡
自表面至深達十公尺處，約降六度，深達二十公尺處，即
降至一度，可知於深達十五公尺處，亦必有變溫層存在。

圖 十

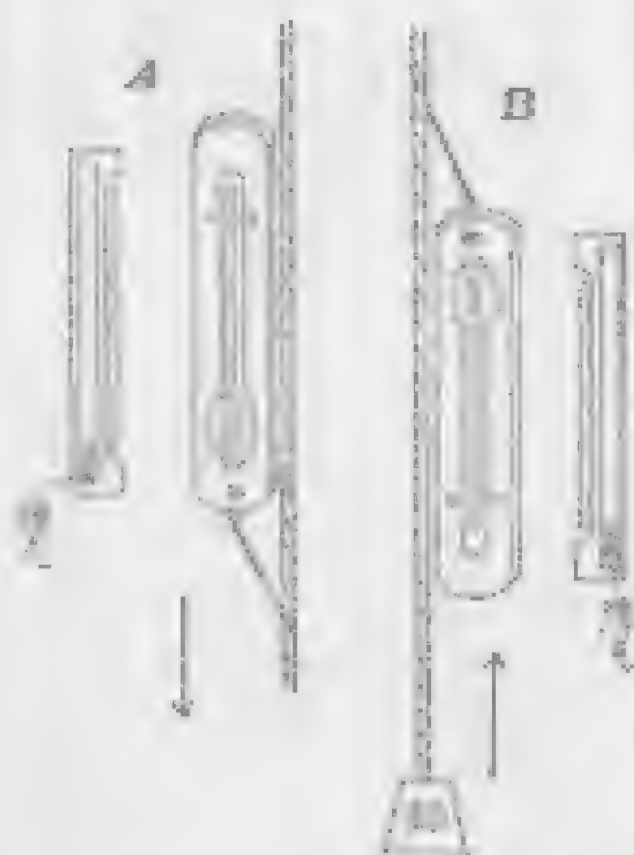


此變之海水剖面圖

無疑。

測定表面下水溫之方法，分有二種：一用倒轉寒酸計以測定溫度，即將此計放入欲測之深層，使之倒轉，引出水面，儀器計上所示該層之水溫；二用施以充分防熱裝置之採水器，以測定溫度，即用此器沉入欲測之深層中，採取海水，使溫度不致在中途發生變化，引出水面，以測定該層之水溫。一細器在測定水溫之際，同時測定鹽分，可另行附著不礙防熱裝置之採水器，一同沉入水中，採取該層海水以測定之。上述二種之測定法，倒轉寒酸計，因構造昂貴，易於變損，故通常以且防熱裝置之採水器，使用較廣。

圖 六 十 第



中島引水、中島引水、中島引水

第七節 鹽分與比重

海水之中，含有鹽分，鹽分之含有量，如紅海於千分中，約達三十八公分，地中海於千分中，約達三十公分，如就各處海水之含有量平均計算之，大體於千分中，約達三十五公分，茲將各種鹽類於千分中平均含有之量與百分比例列表如下：

鹽類	每千公分中含有量	同上一百分比例
氯化鈉	二七·二	七七·八
硫酸鎂	一·六	四·七
硫酸鉀	〇·九	二·五
溴化鎂	〇·一	〇·二
氯化鎂	三·八	一〇·九
硫酸鈣	一·三	三·六

計

三五〇

〇・四

海水中所含之鹽類，除上列數種外，其他以極微細而存在者，莫亦含有一切鹽類及元素。又由上述觀之，可知海水中之鹽分，氯化鈉（即食鹽）之量，約占全鹽分之八分，氯化鈣約占一分，其他之鹽類約占一分，其比例甚為簡單。

鹽分之起源，固非充分明瞭，惟就海洋環境時所存在之鹽類，及由河流等不絕注入之鹽類，觀察其存於海水中之生物，恆作部分的攝取，一細觀之，可知現今鹽分之比例，雖係由是而漸次，當海洋環境時存在時多之鹽類，及由河流等不絕注入之鹽類中，為最簡單者，因其鈣之鹽類，生物之吸收特多者，亦為鈣之鹽類，鈣之鹽類，因生物多不攝取，故現於海水之中，鈣之鹽類，為最甚少，即鈉之鹽類含量最多者，此其比例也。

三大洋之鹽分，在熱帶之海洋中，皆處於千分中約達三十五至三十六份，寒帶方面，千

海中約達三十三至三十四公分。海水中之鹽分，每依水蒸氣之蒸發而變量，依河水之流入及河海間結冰之融解而變量，故於深洋中之鹽分，常較沿岸之鹽分濃厚；熱帶方面之鹽分，亦較寒帶方面濃厚。又於大洋中鹽分之含有量，自赤道至兩極處，雖或微有差異，然在暖流及寒流相衝突之際，變化卻多，在沿岸之海水，因常由河川等注入淡水，故鹽分之變比亦大。

海水於千分中含有各種鹽類之總量，常依海面距離一定，又隨時空而有變化，彼此等鹽類相互間之比例，則實有一定，故如測定一種鹽類，則所含各鹽類之總量，即可算出，普通常用硝酸銀之溶液先測定氯化鈉之分量，再由此算出鹽分總量，此種方法，稱曰氯素測定法。

海水中各種鹽分之量有差異時，水之重量，亦隨鹽之含量而不同，故為自比重計以比較鹽分之含量，按此算計因溫度而常有變數，故遇水溫有差異時，鹽量分測等，比重計之示度，常不同，因之在實際上，必須換算至攝氏十五度，以比較所測得之鹽分，例如於千分中含有三三·七公分鹽分之海水，其

圖 七 十



中合鹽分 (A) 之重量
必減小 (B) 之重量
而鹽分之量亦中

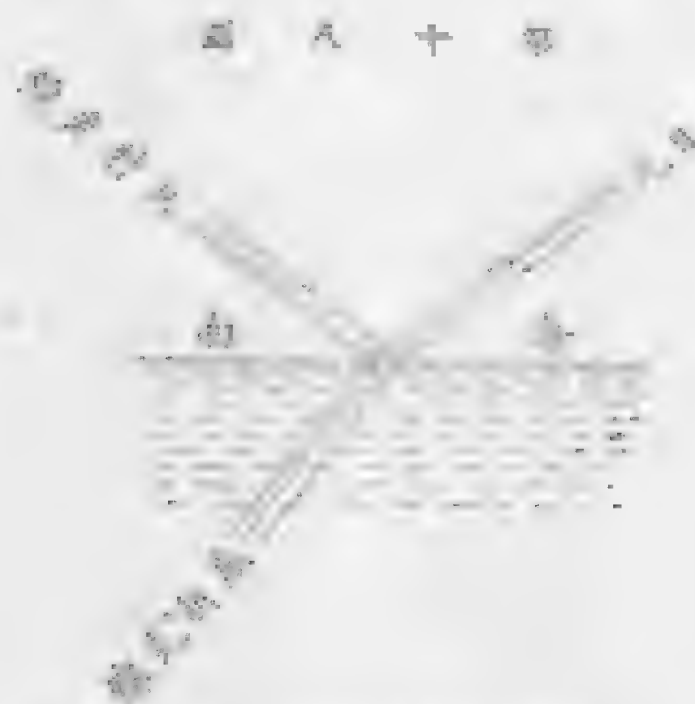
比重當水溫五度時爲一・〇二六六，十五度時爲一・〇二五〇，二十五度時爲一・〇二二四，就中如一・〇二五，即稱鹽度比重，如不標註至十五度，仍其深澤水溫原有之比重，而稱其比重時，特稱之曰現場比重。如求暖至幾時之一・〇二六六，二十五度時之一・〇二二四，即現場比重，茲將比重計在各度中所示之比重，列表於下：

鹽分稱解量	比 重			
	千公分中	溫度五度	溫度一五度	溫度二五度
七六	一・〇〇六〇	一・〇〇五〇	一・〇〇二八	
一四〇	一・〇二二二	一・〇二〇〇	一・〇一七七	
二〇七	一・〇二六三	一・〇二五〇	一・〇二二六	
二七二	一・〇三二五	一・〇三〇〇	一・〇二七五	
三三七	一・〇三六六	一・〇三五〇	一・〇三三四	

三大洋之表層海溫，其熱帶方面，雖以較多，然因水溫較低，故常表示 1・0 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1041 1042 1043 1044 10

第八節 光線

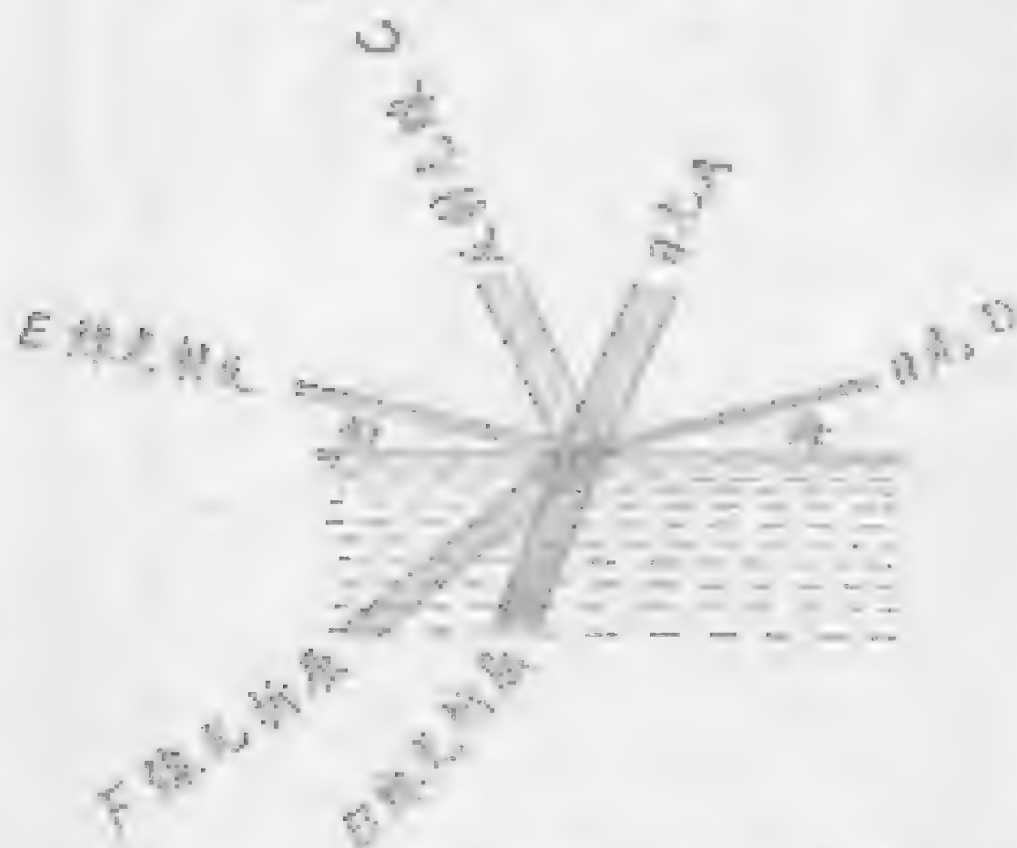
太陽之光線，照到海面，分有反射光，與透射光，二種。反射光，經空氣中反射而為，顯現光線，則射入海水中，則潛藏而進行。海水吸收光線之力，是七何八線中，以吸收赤色光線，至最



鄭九鼎氏與鄭九野恩懷素稱隆

色光線一聚之力，愈強，故是種光線，向海面而行，其光線之極青色，此種極青色之光線，
 從海面水吸收，故至深處之下層，
 愈深，愈暗，有太陽較遠時，所見之
 線較反則愈顯，且能使人了解，
 皮之太薄，故以時，所見之光線，即
 極反射光線，又以此線之極
 顯，及進行之極斜，故其極力，即
 能顯，即其最上層，其力，即亦顯
 現，在熱帶方面，及其中時，顯有光
 線，常能達到相當之深層，故其明
 之太顯，即其，在定深處，其力，即亦
 二時，顯有光線，即其，在定深處，其力，即亦

第一圖 光線之反射



光線之入射，即其，在定深處，其力，即亦
 光線之入射，即其，在定深處，其力，即亦

物之距離，可隨帶方面，廣闊而短，凡深達二十公尺至四十公尺之深度，因赤色光線，始逐漸變，僅留青色之光線較多，故在該處之物體，帶赤色者多呈青色，帶青色者多呈綠色，至深達五百公尺處，則青色光線，稍相減弱，至深達一千公尺處，則僅存極微弱之青色光線而已，至深達一千七百公尺之處，則青色光線，完全絕跡，故在一千七百公尺以下之深處，四時皆暗，其帶方面，在經緯數十公尺以下處，即已四時皆暗矣。

凡在海底之物體，吾人如自海面上觀察之，因水能屈折光線，故常見水中之物體，與在陸地觀察，即在海水中之物體，吾人如於其直上或斜視之，可見其物存在於三分之一之深度，若又斜視，則該物隨之位置，亦將對海面而漸相移動，如第二十圖所

圖 十 二

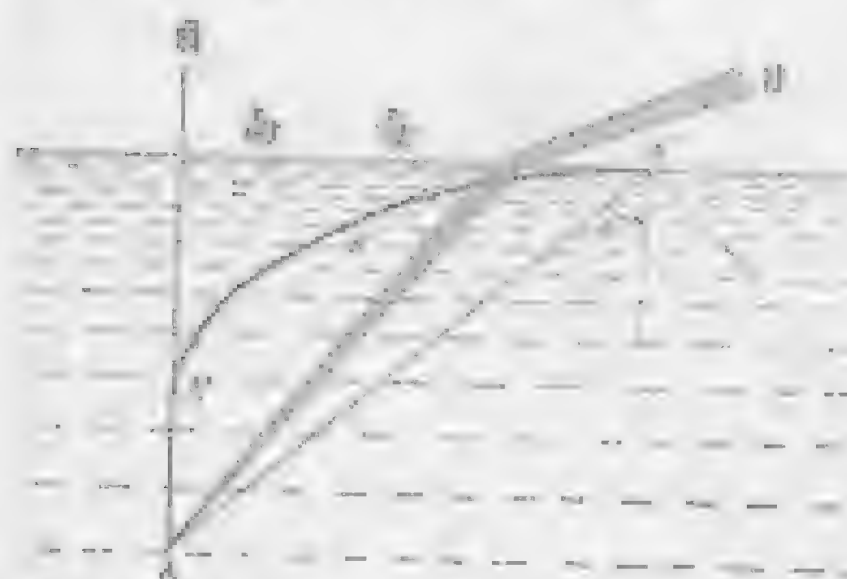


圖 十 二 觀者自海面觀察水下物體之位置

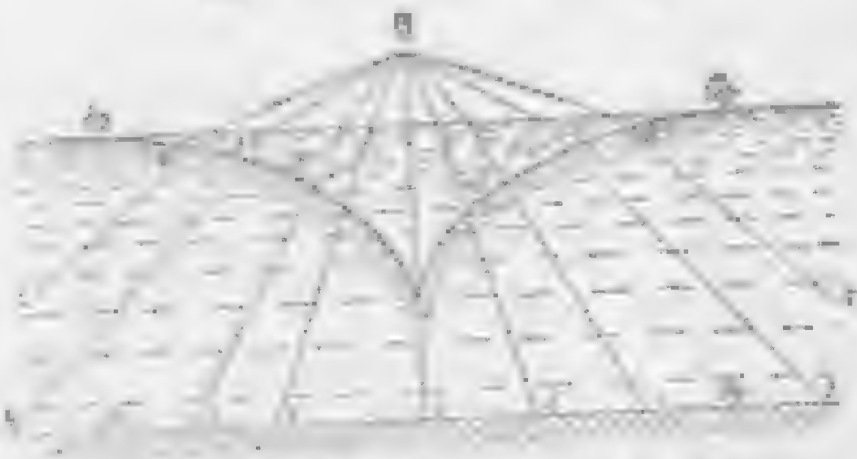
示，人爲海水中之所謂，吾人如在A之直上處觀察之，可見該物若在A處，即約三分之一之淺處，一如湖中魚，則該物若在A之直上處，又在海面上觀察海底時，亦如是，見一方急淺者，則實際上海底之地形必平坦或稍淺，視同平坦者，實際上海底之地形必極深，視同極深者，實際上海底之地形必急深，其他如在海面上觀察時，本國山嶽之影響，常見其顯者，歐羅巴，即因波羅的海之淺，故見其顯之甚，而波羅的海之淺，即因波羅的海之淺，故見其顯之甚。

第九節 水色及透明度

海水之中，如含有多量微細物質，則水呈混濁之色，故因

水中含有微細物質，故其透明度，異於他種。水之透明度，而水色，海水之色，即海水色。水色，原爲由海水吸收太陽七色光線之比例，而產生之現象，故於海水中所含微細分之多少，雖有甚

圖一十二



光之折射與水深之關係

要之關係，然就所含浮游物質之總量言，一則浮游生物等之種類及分量，亦有顯著之影響也。例
如含鹽分之量，如多時，則呈藍色，較少時，則呈淡青色，沉澱之量是較多時，則呈黃色，浮游生物之
含量較多時，則呈綠色，其間如在光線或濁度等生活之環境等
情形，則海水多呈紅色，普通都名之曰赤潮，一由陸地而之一
種能生之赤潮，則能分泌對於生物有毒之物質，其水產者則畏
之，一如紅蟲草等時，則呈褐色，有腐爛之目，因海水反則害人之
色，故於水色之中，青色增加，藍暗之目，因反則浮游之色，故於水色
之中，如黃增加，則可由目擊而證明之。

水色計係代表明水色之機，故名顯色計，其「顯色」機
能，能讀其十色，每十號，一號為青，十號為黃，其十號一
號之水色，則為水色計，處於十號之水色，則為水色計。

由上述明之程度，隨目視而變，則知水中浮游物質之

圖 二 十 二 號



計 色 水

圖 二 十 二 號



計 色 水

之類大層即由光線漸呈偏藍色，故顯有光線。由上層反射時，其反射光線，係呈偏青色，自深層反射時，則呈偏藍色，水色乃隨之而異，且因海水中所含之細微浮游物或浮游生物等，實能反射顯著光線，故依其量之多少，亦大有影響於水色，若此等物，且顯顯自之色彩時，則於反射光線之中，往往添加此等色彩矣。由上述觀之，可推知水色與透明度實具有密切之關係焉，茲將水色與透明度之關係，就其普通者，舉之於次：

水色	二號	三號	四號	五號	六號	七號	八號	九號
透明度	一〇	一二	一四	一六	一八	二〇	二二	二四

由上表觀之，可知海水中顯分之含量較少，水質混濁時，透明度小，水色必偏於青色；反之，顯分之含量較多，而水質澄清時，透明度大，水色必偏於藍色。

第十節 海水之鹹性

關於海水之鹹性，係指海水中所含之鹽類而言，大部分皆以氯化鈉（NaCl）及硫酸鎂（MgSO₄）為主，其餘尚有少量之硫酸鈣（CaSO₄）及硫酸鎂（MgSO₄）等。

(二) 由含鹽水中，以酸為溶劑，與水之化合物，如鹼性，重碳酸鈣，為複式鹽，而顯酸性。

海水中碳酸之溶解量，依水溫之高低，鹽分之濃淡，空氣中所含二氧化碳之多少，氣壓之高低，而有顯著之差異。是即水溫高，則溶解少，空氣中所含二氧化碳之量多，則溶解多，氣壓低，則溶解多。其溶解量較大，於海水中之碳酸，除與水化合物而顯酸性外，因其易與碳酸鈣化合物，而顯酸性之性質，故含碳酸鈣之鹽類較多時，則碳酸之溶解量必較大。海水則含碳酸鈣及重碳酸鈣，且呈弱酸性，即顯為海水之酸性。如海水之顯基性，則係因其中性程度者，則非用精密之方法，不能測定。普通則多採用電氣法，以測定法與使用對於酸及鹼是場與電之色素，其色以測定之。

海產動物，因呼吸作用，於海水中之養氣，而排出二氧化碳，故其體息及呼吸作用量之較大。故之，海產植物，因富強吸收二氧化碳，而排出養氣，故其呼吸作用量之較小。而海產動物之中，又以魚類其對於二氧化碳溶解量之大小，其感覺極其顯著之一。

隨在海水中之所以被侵蝕者，亦與酸之作用也。故謂其酸化合，即此為其酸鹼，而係所於海

水之中，當其開闢溶解於海水中時，能直接與水相作用而分出氣體與重氧化鐵，被分出之鐵，將與能與鐵化合物而生成鐵礦，其氧化鐵（普通稱爲鐵礦，色帶褐），沉積於海底，故含於海水中之鐵，能不斷地沉於水中之底，惟海水中含鐵之侵蝕金屬，如錳、鋅、如錳、鋅等，亦能與鐵化合物而生成鐵礦，故以含鐵量不能溶解於水中，當其沉於海底之上，故沉入海水之中，能不斷地沉於海底，故其沉於海底之鐵，如鐵、錳、鋅等，即因此理也。沉入海水之中，雖能沉於海底，但不設其侵蝕，故其沉於海底，或沉於海底之鐵，如鐵、錳、鋅等，即因此理也。沉入海水之中，雖能沉於海底，但不設其侵蝕，故其沉於海底，或沉於海底之鐵，如鐵、錳、鋅等，即因此理也。

第十一節 流冰

淡水至低溫時，即結冰，海水則含有鹽分，非至零度以下，不能凝結（結冰常較淡水爲遲，及結冰後，一般自凍結上言之，凡含鹽量達千分之二〇至三五分之海水，至零下二度六分至一度九分時，始能結冰，然實際上非至零下二度，亦不能凝結也。而極方面，如結冰後，海面之上，常積厚冰，結冰後，海面之一部分，即沉於海水中，而以浮冰，浮冰之極大者，即爲浮冰。

面上者，謂因冰自浮大湖而流他處，即
 稱曰流冰。南極海之面積較大，寒冷之區域
 較廣，故該處之冰量，亦較北極海為大。當
 巨大冰山浮於海面之上，其之比重因積
 積冰為小，故該冰全體之七分至九分，必沉
 沒於海水之中。

緯度低冰至溫帶方面之南流，其主要
 者，為斯匹次卑爾根海流，北海與挪威海
 因常自北極方面積聚冰，故該冰之體積
 極大者，自之新洲國僅移運其極部之冰，已
 足供一船運載，而當其運之往冰後流
 冰之體積，往往較小。

圖 五 十 二 第



山 冰

圖六十二 海



海

第十二節 海水之壓力

海水平一立方尺之重量約四六·六二斤，十分中會含鹽分三十五分，海面一立方尺之重量，則有四八·六八斤，故在海面一尺處之物體，每一平方寸中，當負海面七呎之重量，自上而下，此種名曰海水之壓力。

海水之壓力，常隨深度之增加而急劇增大；凡在深達一公尺處，每一平方寸具有與一六斤之重量相等之壓力，每一氣壓之壓力每一平方寸約一・五斤（略相一倍）。一般玻璃製之鐘，故海水能常深達十公尺，則每鐘面一氣壓類似之壓力。

浮體與浮子等之具有浮力者，乃因海水不能侵入其內部所致，然經最久之年月而逐漸沉沒時，則海水不單滲漏侵入，並使鐘面者將鐘面與浮子等沉入深淵之中，故因海水壓力之增加，當就鐘面空氣與海水侵入內部，故其使用時間定必較短，因用玻璃製成之浮子，如將其放入海中，因海水上壓力，海水亦能滲透玻璃，猶如內部又如取圓筒一枚，筒口向下，放入海中，此時如每厘米十分尺，則海水每以二分一、三分一、四分一之比例，聚集於圓筒內之空氣，漸使侵入內部，故用此種方法，得算出不同深度之水深；凡在潮流急速處之水深，亦往往利用此法以測定之。惟此種是圓筒之內壁，必須塗以帶青色之錫酸銀面已，因錫酸銀接觸海水，即能變為帶白色之氯化銀，易於測知海水侵入之距離也。

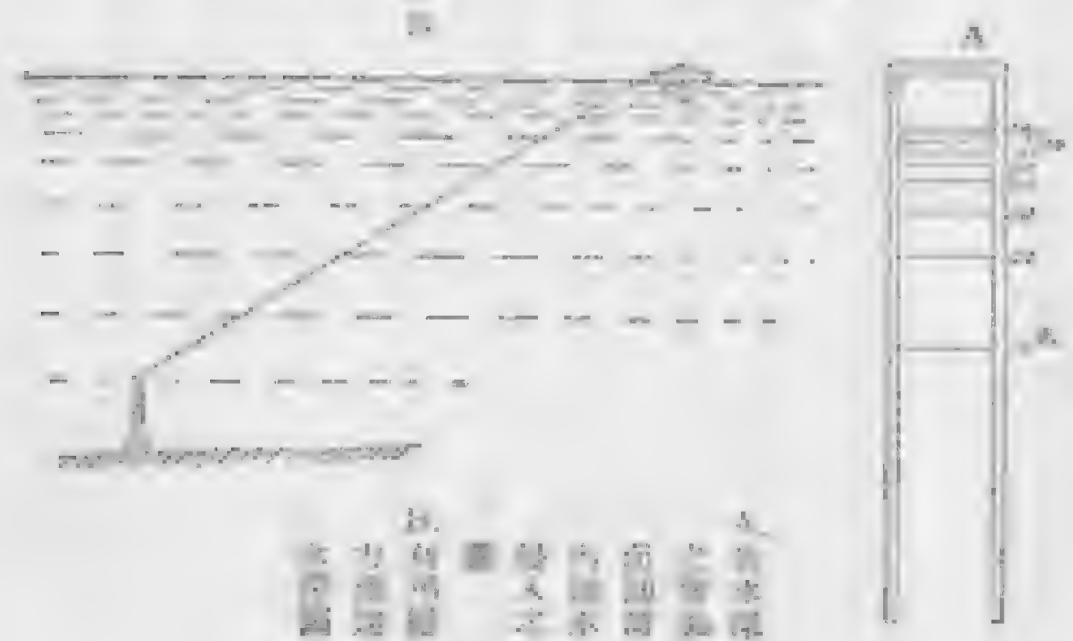
按中東國曾之金剛於海水中，落下之加快速，因受海流摩擦之作用，其作路較等速度而需

下，與海面同等高度，自空中落下，但假使此物落至一百呎深處之時，則其重量為空中時深處之二倍，如再用易於屈曲之金屬圓筒裝之，空球中，裝入比重較重之金屬，將其放入海水中時，每深十公尺，其體積便伸二吋一、三吋一、四分一之比例而縮小，惟此時因體積之縮小，而海水之壓力亦漸次減少，故落下之速度，即隨其下之深度而漸增加。

第十三節 沿岸水與大洋水

海水自性質上言之，可分為沿岸水與大洋水二種，沿岸水乃依風與河水之力，能沿海岸處，沿海岸到陸上物質之而來，其存在於沿岸，且其底

圖 七 十 二 號



常可表示陸地附近之範圍，其水色較大洋水略透明些，水溫及鹽分之變化大，大洋水爲不受陸地物質影響之海水，常存在於遠處之深部，且其數目多與大洋性沉澱之範圍，水色較渾濁水深，溫度大，水溫及鹽分之變化小，距岸水中，含有多量一般生物之營養物質，流動旺盛，故各種水產生物，皆能蕃行繁殖其中。

第十四節 潮流

潮流爲海水之流，有相當之深度範圍，常向一定之方向而運動，其速率各不相同，亦有半日之變化，潮流可區分爲陸地與海洋二種，潮流係指沿大陸向海洋而運動之海水而言，寒流係指沿大洋向赤道方面運動之海水而言，暖流則相反，當其近陸岸之際，其勢力頗爲顯著。

地球於赤道至北爲副熱帶，故熱帶方面之海和副熱帶，由極方面之海面地帶，亦直接乃赤道帶，副之潮流，爲暖流之現象，赤道流與大洋性沉澱，即分爲二支，一支爲反赤道流，在赤道上游流，由副熱帶向赤道流，一支向極方面運動，或爲暖流，或爲寒流，其流始生於赤道，赤道與大陸相衝突，乃

向赤道方面移動，成爲寒流。

此寒流二流，常於緯度四十

度附近處相衝突，成流即轉

東向，寒流即分爲二分，其大

部分於赤道以下，依熱帶那

流方面而流動，小部分則向

暖流轉斜而東流，東流之海

流，亦分爲二，小部分向東方

而流動，以爲暖流之起源，大部分則向赤道方面流動，成爲

故亦稱寒流。北半球上，因陸地僅向北方延長，故寒流之發達完全，南北半球上，因陸地雖多，故寒流

之發達不能充分。

茲將三大洋之循環言之，南半球上，自緯度十度至五十度處，皆以寒流爲主，故南半球之寒流及

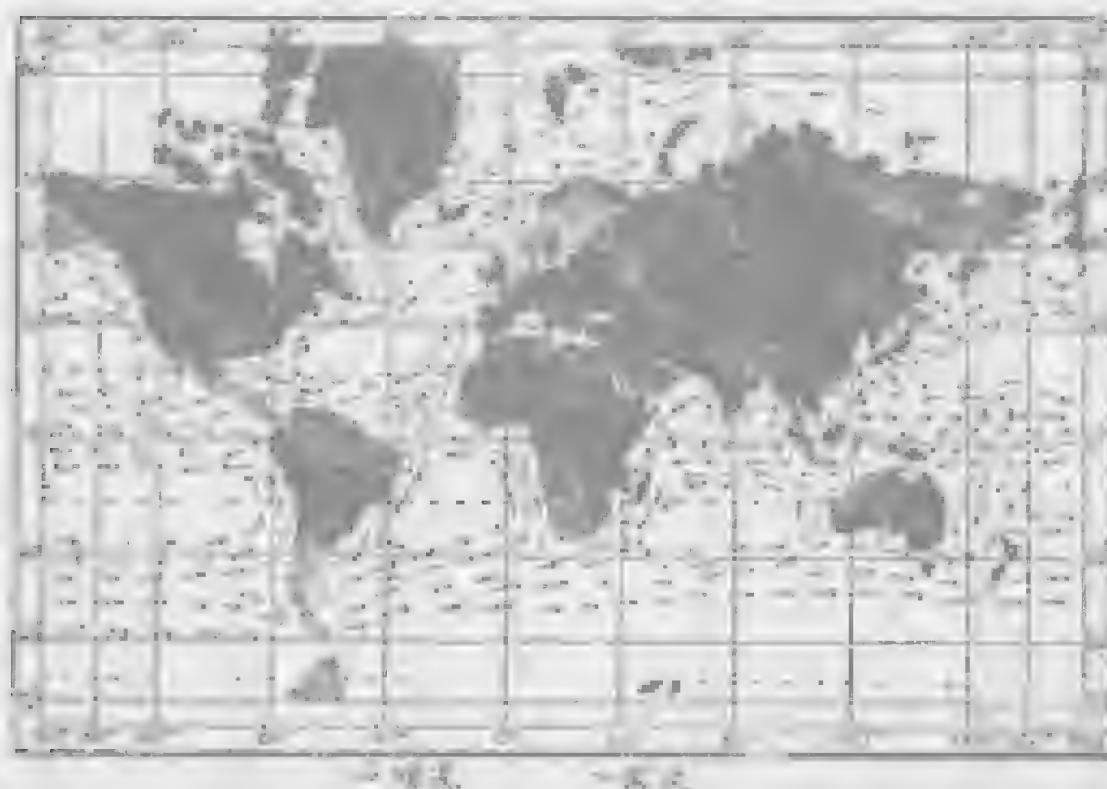
圖 八 十 二 第



北
南
洋
流
系
統
圖
示
北
半
球
上
之
海
流
系
統
圖
示
南
半
球
上
之
海
流
系
統
圖
示
大
洋
中
之
海
流
系
統
圖
示

洋流，不甚鮮明。太平洋中，赤道流，赤道
反流及副流等，頗為鮮明。然赤道反流
流，因北亞大陸與亞細亞大陸於北緯六
十度度附近相接，與北極海之海相斷
絕，故其流速不寬。大西洋中，赤道流及
副流，雖較鮮明，然亦因反流與副流與
非洲大陸於赤道附近相接近，故其
流速不寬。大西洋與北極海相連，故
故該洋中之海流及副流，甚為鮮明。尤
分極流，能自相接觸，至二三度之印
度洋，因在北緯十度之洋面，故其於
赤道流之赤道流，及副流，流速不寬。世

圖 大 十 二 第



大洋之海流

界著名之海流，太平洋有黑潮及親潮，大西洋有灣流及冷而刺南寒流，此等著名之海流，皆起於北半球，北半球之海流，即及三季之中，因受氣壓之協助，故其勢力頗強，然三季之故弱。

河流之速度，最遲於一小時間僅有兩英寸者，甚多則深達五百公尺以上者亦甚稀，其趨往
許多情形下，達百呎以上者，無之。河流之方向，乃指所流之方向而言，與普通所言氣之方向相
異。河流之中，凡起自地殼褶皺處之河流，其流向與地殼褶皺之走向，或與地殼褶皺之走向相
異。在下層流動之河水，常與上層流動之河水相異，此種河流，其流向與地殼褶皺之走向，或與地
名之曰上層流。

海流之成因，最主要者，爲風向與風力。其他如地球自轉之力與密度作用，亦常協助之。凡其關於風向與風力一時所生海水之流，多屬反流。其編及本流者，乃就河流，即風之方向一定，輪海面以一定之力與時間時，即生皮流，經數時之長年日，漸達深處，遂至全盤底層面之狀態，然其運動之速，當愈深而愈小，例如於深達四千公尺之海洋中，以一定方向之風，連吹二十年以後，則二千公尺深處之水，其運動之速度，約爲表面之水運動速度之三分之一。風之停頓中，對於海流之

虎園上有品園之圖，係古所爲，其地與此風當取一定之方，向由庚續改，其故以

此項目標之角速度，以赤道上爲最速，漸次減弱，至於兩極，則等於零。故在地球
上移動之物體，總能受其影響，凡在此半球運動之物體，因受此西風帶之拖累，常覺偏向右方，南
半球上偏向左方，由此事推，其道理如射出之彈，亦不能有此種偏見。河流之中，如設有欄杆，聚
流及環流之接近大障，車輛四散，及河流中大障而側流顯著，即其因此理使然。

2000年12月25日

高大堤壘，足重防禦，故營生對海作用，故於熱帶方面之商業，其土所有同海地，有極穩健之傾向，此種方面之商業，其土所有同熱帶方面極穩健之傾向，對於海流之原因上，實不啻為一種重要原因也。

海軍兩艘巡邏艦及一艘巡邏艇，在該島附近巡邏，並派出一艘巡邏艇前往該島，並派出一艘巡邏艇前往該島，並派出一艘巡邏艇前往該島。

第一章 緒論

圖 1-3-3
內分三等分



中是幾何之公理上標午子丑
圖數運形左圖球半南有圖球
者左而偏(1)者右而偏(2)

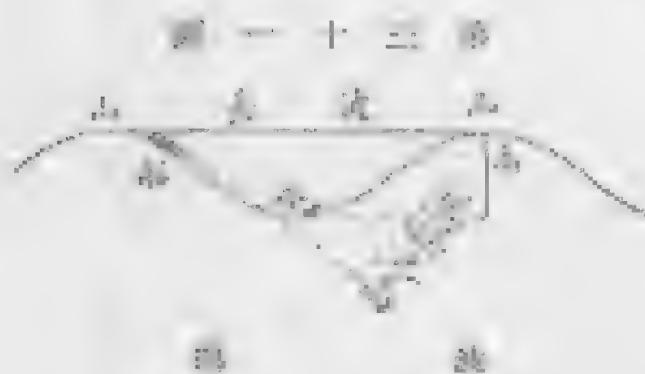
入一窄眼中，眼內備放網罟，網罟眼口，懸於海中，任其飄流，俾風與由遠地漂得此風之人，將漂得之地點，時間，月日，報告與人，即可測得海流之速度與方向。

第十五節 波浪

波浪係由風而生之海面的運動，故當暴風驟來時，海面之上，同時必發生浪浪，試觀浪浪之運動，極極似在水之表面，極實際上，實水之分子上下振盪而左右動搖，極其運動僅係相鄰之水分子而已。

波浪之最高部分，稱曰山，最低部分，稱曰谷，極高之山與極低之谷，稱曰波長，亦稱波高，由波之最高部分，至最低部分之垂直距離，稱曰波高，同處生一山後至生次山之時間，稱曰周期，同處生一山所得之商數，稱曰速度，今定其為波長，其為速度，可得一公式如下：

$$V = \frac{L}{T}$$



大洋中明生之波浪，平均波長為三十公尺，至四十公尺，波高為二公尺至五公尺，週期為四秒至五秒，速度每秒十公尺至十五公尺。茲將波浪之週期、波長、速度與水分子運動之角速度等和音調之關係，述之如左。現假定波長為二公尺，週期甲及丙為二秒，乙及四秒，波高甲為十二公尺，乙及丙為二十四公尺，A及B為每二分之一秒表面水分子運動於圖面上之距離（參看第三十二圖），其關係如下：

(甲)	波長	二公尺	週期	二秒	速度	十公尺/秒
(乙)	波長	二公尺	週期	四秒	速度	五公尺/秒
(丙)	波長	二十四公尺	週期	二秒	速度	十二公尺/秒

圖 二 十 三 第

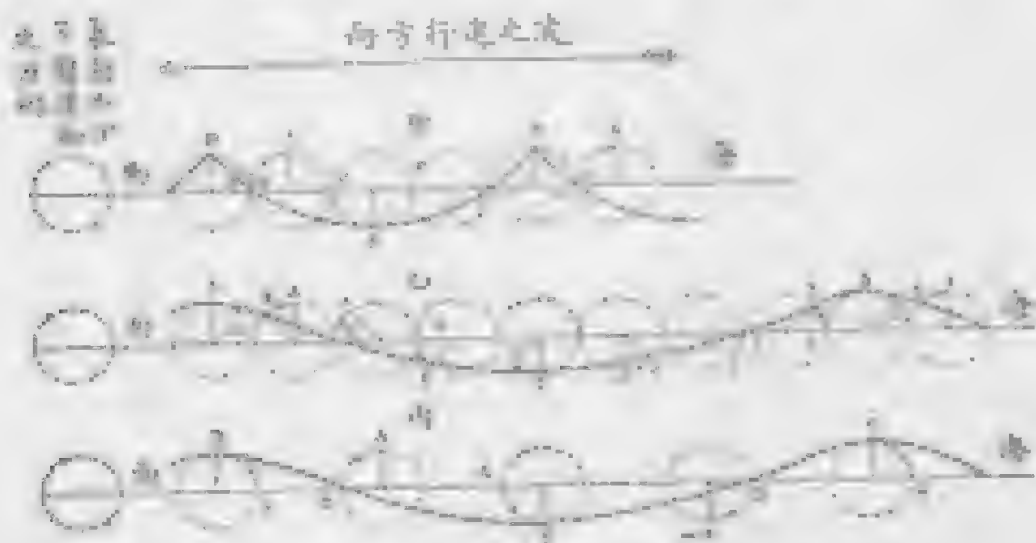


圖 二 十 三 第

波浪度之於海岸，因風或潮，增減無常，故波山之變，實較極而多，然其於海岸之關係，則較前，若以海濱之變，又自深而淺行之波浪，無論其行向如何，當其近海岸時，必大減其打浪之勢，此亦由於海底之障礙而測之現象也。

當海面上波浪澎湃之際，如風停而浪，則將海面高低，自波平而一自波乃山波，自因風而動，其時其一部吹向空中，發生一因波而之海面，力強大，經其風浪之上下運動，且因風而吹，被其表面，故有連續波浪之效力，由和之中，具生物性，如植物性之效力，為較大。

據其火山之破壞，地帶之變，而發生之波浪，波長及周圓均極大，進行之速度亦甚速，如於一八八三年八月間，由爪哇附近之開關，開一火山，其波浪之速度，波長之速度，波高是三十公尺，附近各島之山，山，村，均被破壞，故

圖 二 十 二 號



此為南方有波之波浪，其化變生於時，岸海近

圖 二 十 二 號



其極易陷溺，海亦變爲乾涸，當時津波波及之區域，遍及世界大洋之各隅。又如一八九六年六月間，由日本三陸震源之海底地震所生之津波，波高達二十五公尺，三陸沿岸遭其洗滌，有二萬之生命，無數百之村舍，呈慘慘之狀態，且聞此波浪在相隔數千海里之臺灣，於十小時半後，亦重波及云。

鹽波爲海洋風暴之中心，向四方驚狂傳達之波浪。因其波長之長，周期之短，波高之低，故其速度極速，波速波長之乘積，且有定數，而波之速度同。

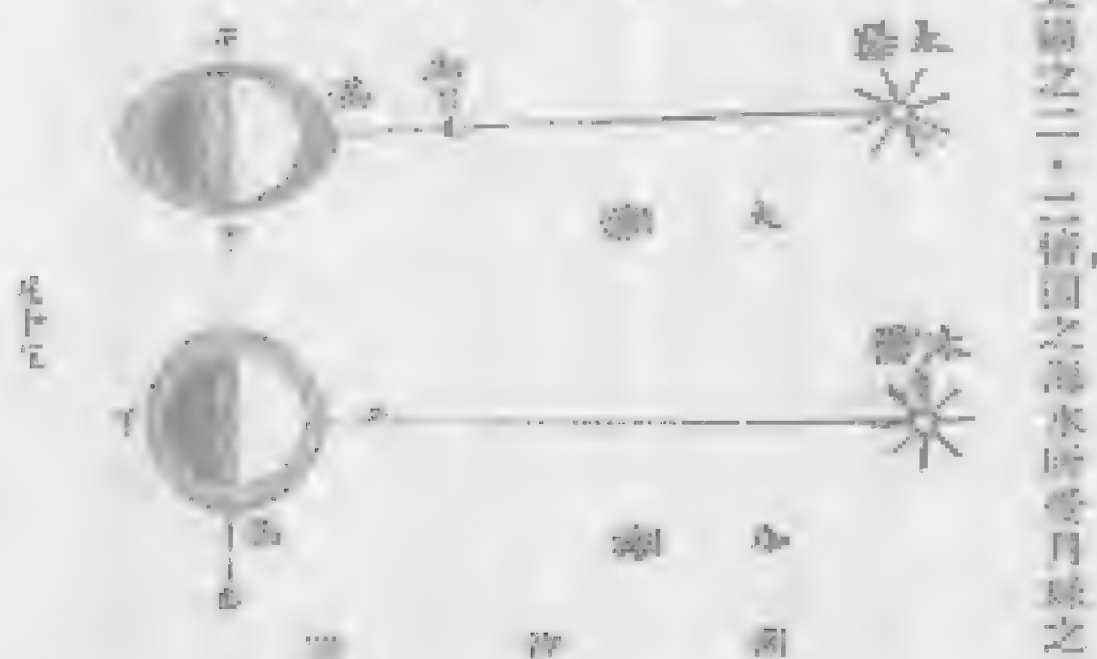
第十六節 潮汐

各星體之間，具有一種引力，互相吸引，故各星體，須維持平衡。其他如自轉及公轉之星體，則又具有遠心力，以之與位於地球表面且可動性之海水，受此二力之作用，乃起潮汐之現象。因海水與月球一個之海水，受引力之作用而膨脹；反對一個之海水，因求保持重力之平衡，受遠心力之作用而膨脹。在兩膨脹部中間二處之海水則收縮，隨之乃起潮汐。故潮汐實係一種波帶，

常於地球之上，發生二白潮二落。

月球之體積雖小，然因極接近地球，故其引力當與太陽之二、二倍，因之海水所受月球之引力，實較地球為強大，當新月及滿月時，太陽、月球與地球，位在一垂直線上，因太陽與月球之引力，與地心力相作用，故於地球之上，發生大潮，當上弦與下弦時，太陽與月球，於地球成直角，因太陽與月球之引力及地心力，相互妨礙，故常發生小潮，凡海水之漲落，皆因滿潮，依此而轉日半潮，自滿潮至半潮時，稱曰落潮，自半潮至滿潮時，稱曰漲潮，地球一晝夜而一月時，故於地球上之各點，一日之間，必經二次漲潮與半潮，據潮汐現象，係依太陽時之一日之時間為二十四小時五十分，所支配，故日日之

第三十圖



滿潮是干潮，自極太潮時減五十分，凡於滿潮及干潮時有最高低之變，即滿干之變，稱曰潮差。小潮之潮差約為大潮潮差之六分。北時及南時方面，或向太陽及月亮一個與重復對一個之引力，相差甚小，且遠心力亦極小，故大潮小潮之差與潮差均極小。

地球之表面如全體以同樣之海水包圍之，則其地之潮差，必於月地垂直上時發生，然因地面或海面，水深不等，故滿潮之時，當較月地垂直時也。子午線之時則稍早或稍遲，凡自月地經過某地，當子午線時，各地滿潮之時，皆自同時潮時，此時同普通多開大略時以表之，如自同時滿時之時到相等之點，即同一時刻滿潮之點，一連以一個，此點即名曰同時潮線。

大洋中央之潮差甚小，常不滿為〇・六公尺，自岸之潮差，因海底起伏，地形增加，故常較大。如江與海離海面之幅，漸向內方愈小者，則潮差亦愈大，反之，如所有淺灘淺水之海灣以內，則潮差極小。

潮差與當時所被吸之海水，稱曰潮區，潮差每大小與潮差轉其方向，在極端之季節中，潮差之速實特大，如日本海，其潮差之名於世界，該處潮差之速度，一小時約達十英里，其國

之幾增，日即盛之數倍，而黃河之勢益漲，其國之產物，則爲有礙。然自口之江河，每值漲潮之際，則匯入湖海之內，而水即退入其前壘之水，實急激上昇，甚至洩於河海之間岸，轉騰江潮流之前鋒，常或高達八公尺至十公尺之峻狀，流行之速度，尙轉瞬約七公尺（一小時約十四海里）云。

第二章 海洋氣象學

第一節 氣壓

於一端封閉，長達一公尺之玻璃管內，滿貯水銀，使傾立於水銀槽中，此時可見管內之水銀面必下降至距離水銀槽之水銀面上七百六十公釐之高處而止，即管內之水銀面高於管外之水銀面約為七百六十公釐也。管內水銀面上之空氣，毫無空氣存在，係成真空，故管內與管外之水銀面高底之不同，即因管內之水銀面不受大氣之壓力，管外之水銀面受有大氣之壓力所致，由是更可知管內水銀之重，與壓在管外水銀面之表面之大氣壓力相等。（大氣之壓力，每一平方寸約為二五・三兩）

大氣之壓力，即名氣壓。當氣壓有變化時，水銀柱之高度亦隨之而發生變化，即氣壓高，則水銀上升，氣壓低，則水銀柱下降，若空氣氣壓以有高低，故普通多用以氣壓表，由是測知氣壓之變化，而推測天氣之變化，故氣象學之變化，得算出山嶺與海平面之高度，例如海面上之

氣壓為七百六十公釐，山頂之氣壓為五百，則山之高度（ H ）可由 $1000 \times (760 - 500) = 2600$ 公尺之式算出之。氣壓之減低，普通每昇高一（三）至二（六）公尺，則減少一公釐。

氣壓之變化，對於溫度及水蒸氣之含有量，頗具關係之關係。當溫度增加時，因大氣之密度減小，故空氣之比重亦減小，當水蒸氣之含有量多時，氣壓亦常較低，此因水蒸氣之比重較小於空氣之比重故也。

第三十六圖

水銀氣壓計



諸山計其高度，常賴柱之上昇或下降，用以測定其空氣之變化之器具。普通因多變海面空氣之計算，故特易於比較各地之氣壓，水銀氣壓計，因構造不固，故有以金屬彈簧造成之。

察之圖，依其轉動之多少，測定氣壓之
 增減者，此種儀器計稱曰空盒晴雨計。其
 用晴雨計之理由，即氣壓之變化之昇降
 或晴雨之轉動，測定氣壓之高低，以推測
 天氣之變化。凡氣壓高，天氣必佳，氣壓低，
 風雨必起，故天氣之變化，得易而預知日
 之昇降或晴雨晴雨計中指示之轉動而
 預知之。

此將同時中呈同一氣壓之各點，用線連結之，此線即稱曰等壓線。依據此等等壓線，得明瞭
 各地之風向風力及高低氣壓之位置。

空氣密度之配佈及變化者，海上氣壓，與陸上之變化甚小，陸上氣壓，則其變化頗大，因之在
 陸上之際，陸上氣壓，與較海上氣壓高，陸上之際，陸上氣壓，即較海上氣壓低，北半球上，夏季中大

圖七十三 第

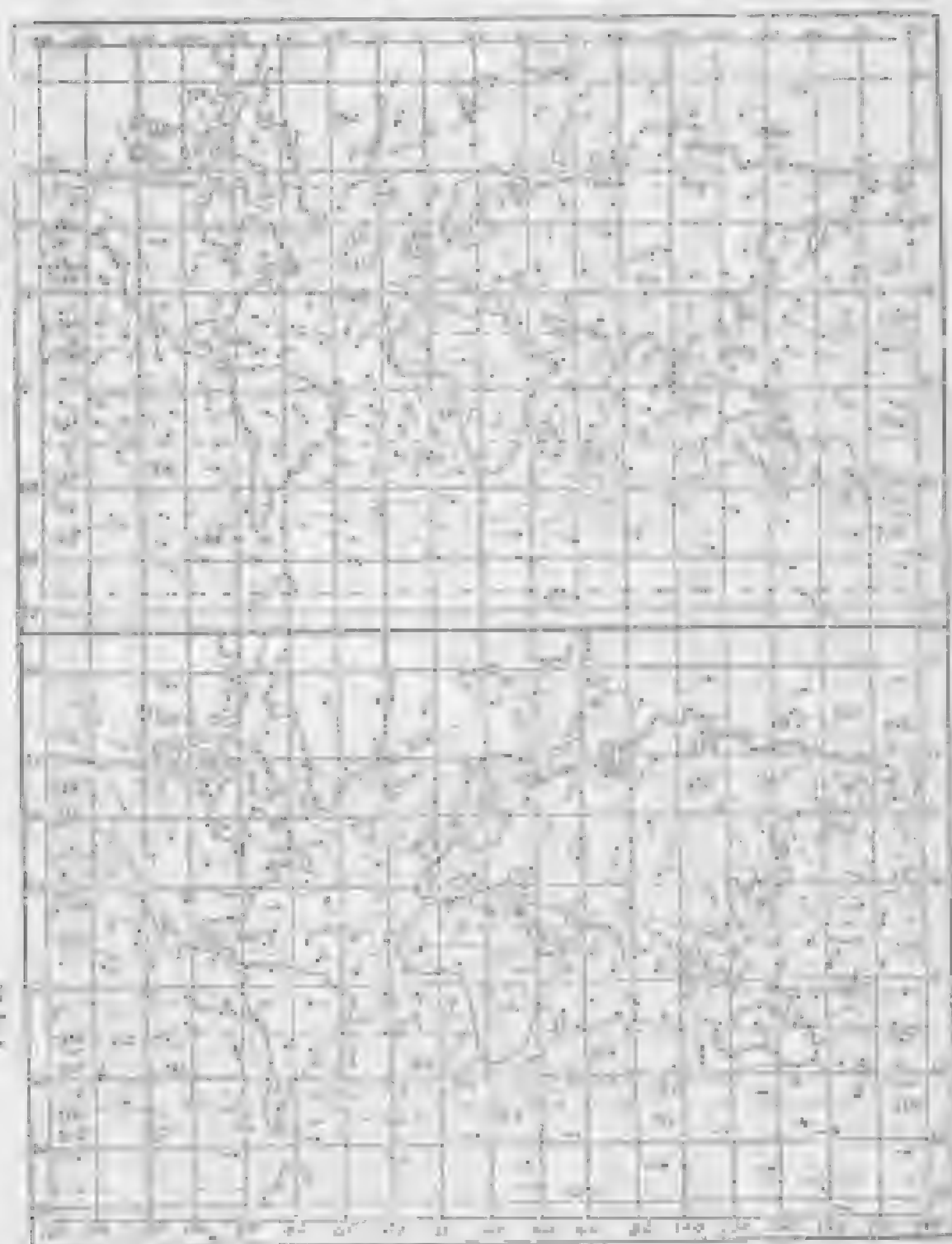


空盒晴雨計

圖 八 十 三 第

第一卷 海峽地圖

六十



南 風 興 至 期 陰 風

陸之氣，歷經海面之氣，暖低，其中心即在北緯四十度附近，然至於冬季，大陸之氣，即發海面之氣，暖高，其中心即在北緯五十度至六十度附近，而半路上陸地極少，故陸上與海上之氣，其變化當不顯著，惟四季之變化則有之，即寒冷夏季之氣，暖高，常較偏暖，冬季之氣，暖高，其變化之候數，則在高緯四十度之附近。

第二節 氣溫

氣溫者，即大氣之溫度也。然大氣不能吸太陽之熱，而能直接使之溫暖，必須待地球表面溫暖後，間接受其熱而漸暖，故氣溫常以地面為最高，其次上昇，則漸次冷卻。如在溫帶地方，大凡上昇一百公尺，則每降減少 0.16 度。又在大同之縣，其地面之氣，暖高，則地面所受之熱最多，故在赤道方面，其地面之氣，暖高，日中特熱，夕間漸暖，一日之中，最高溫度，係在午後二時，最低溫度，則在日出前少時，特不溫，早一小時，一年中之最高溫度，在赤道線上為八月，最低溫度則在二月，故赤道早一月，陸地之吸收熱較他處多，常較赤道，故陸上氣溫之上昇及下降，較赤道為甚。

海之海面較陸地難於加熱，然一旦加熱後，則較陸地難於冷卻。又於大氣之中如含有大量之水

圖 九 十 三 第

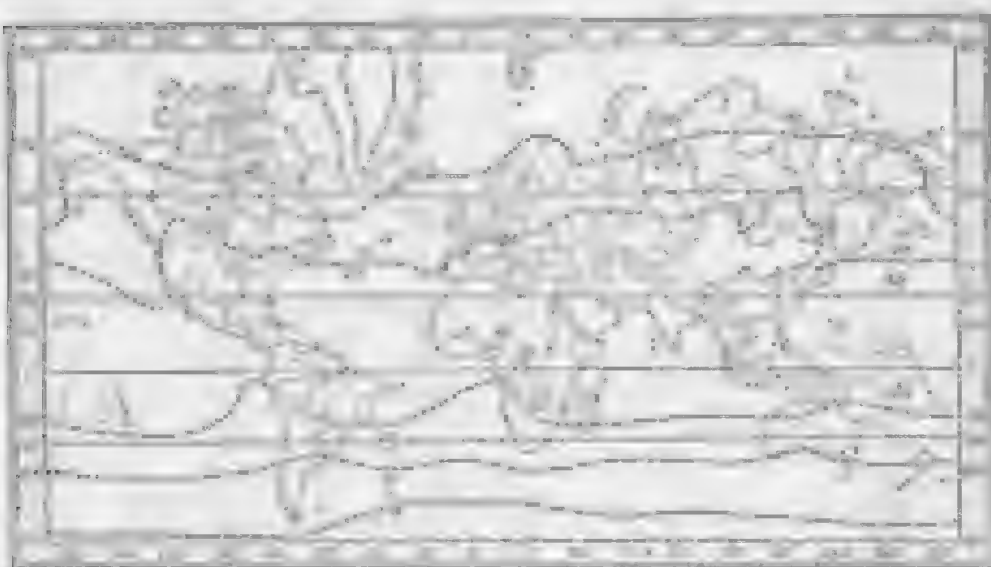
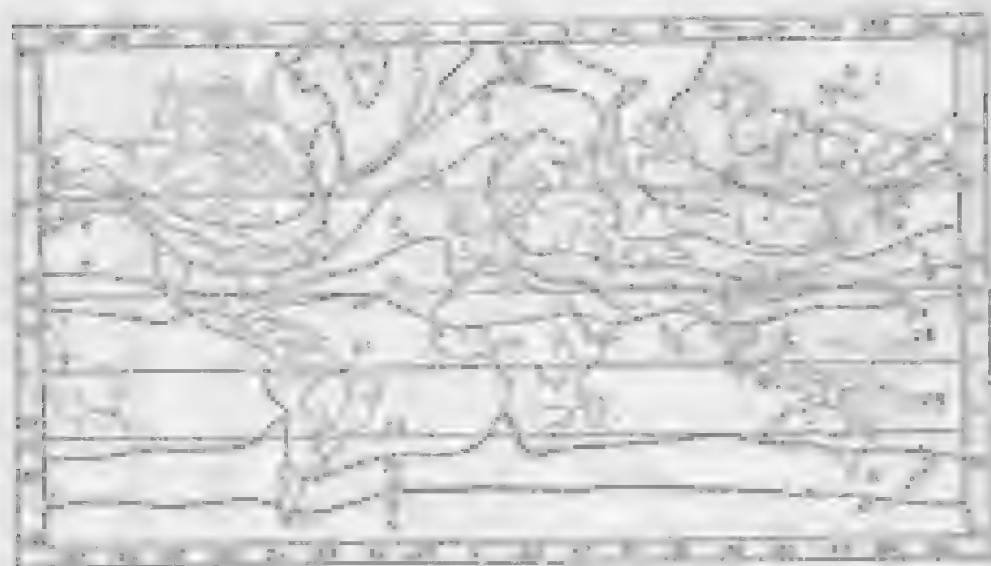


圖 轉 溫 等 溫 氣 界 世

線 溫 等 均 平 月 一 (上)

線 溫 等 均 平 月 七 (下)

蒸氣時，因吸收熱量較大，故空氣濕潤之日，當較乾燥之日暖，而乾燥日較乾燥地方暖，也和乾燥而細之空氣，海洋較陸地內為較暖，即因此而起也。

凡於測時，用溫度之諸點，如用攝氏點之，此點名曰等溫線，以測於北緯各地之氣溫。凡受自赤道影響之氣溫，常受有赤道影響，又在北半球上，就緯度而言，夏季之大陸氣溫，常較海上氣溫高，冬季之大陸氣溫，常較海上氣溫低，而平地上則比陸地，且因缺乏時等之海流，故大陸氣溫與海上氣溫，相差甚大，而平地上，則因受南緯內之影響，故其溫度較北半球之氣溫低。

第二節 濕度

地球表面十分之七為海面，故大氣往往不絕受海面所蒸發之水汽，氣面蒸發，大氣中所含有水汽之量，當氣溫高之日，而有多，大抵於氣溫高時，則較多，低溫時則較少，故普通所稱之濕度，即指大氣中所含水汽之量而言，又在某溫度之下，濕度已表示極限時，則稱曰水蒸氣

飽和，當水蒸氣飽和而氣溫低下時，水蒸氣之一部分，結成凝結而成爲水分子。

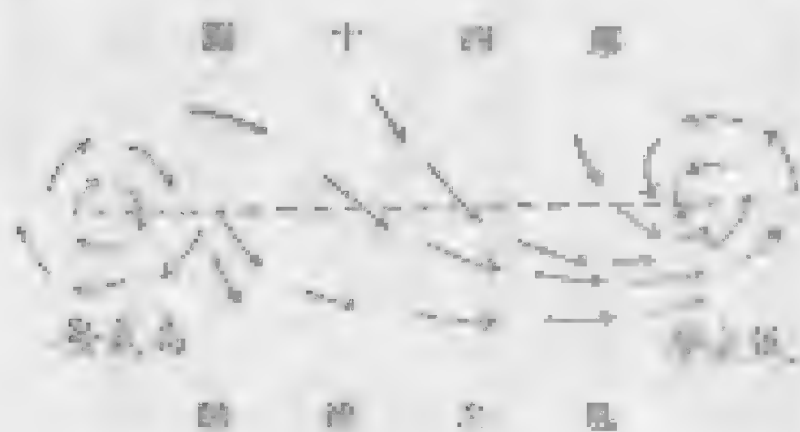
當爲水蒸氣上昇遇冷凝結而成之細微水分子所合成，其形狀觀之有捲雲、層雲、積雲、雨雲一層雲之一分，捲雲爲高處九千公尺之雲，由雲其凝結成於地表之雲，合成雲之水分子，向能結合成爲細微而沉降於地表者，稱爲雨。其形狀如下降者，依其形狀相同，有霧、雪等區別。又不論所降者爲雨或雪，凡自空中降下之水量，經統計而量計中所示水深之量，即稱爲降水量。降水量一公釐，每六方尺中所降之水，約得二升一合一勾，餘可依此推他。降水量之多少，視風之方向，其有關係，蓋自熱帶方面及海洋上吹來之風，常阻而降雨量多，自極方面及大陸內而吹來之風，常阻而降雨量少。例如日本地，由太平洋吹來之風，阻而降雨量多，由大陸吹來之風，阻而降雨量少。故此時太平洋沿岸一帶，降水甚多，而海中發生霧或梅雨者之雨期，一至冬季，自亞洲大陸吹來之寒風，伴以日本海上之濕氣，故常發生濃厚之霧，降水量之多少與結露之凝結，對於河川之增水，甚有關係，影響於降水比重之高低亦甚大。

雲爲凝結成於海面或陸面而浮游之水分子，海面之上，多在氣壓與水溫俱低之海面而凝結。

際與本層俱異之海面相接時所發生，然空氣之凝結，為大時固多，能生雲，而空氣之凝結，亦因有強風發生及水上氣濕上升而水蒸氣之收斂力增加，使雲之發生之高度，達二百公尺以上者，為極，例如於雷暴發生之際，吾人如置身於甲板上遙望之，視界雖不能及於數丈之遠，而桅杆頂上，而照有日光者，即因雲不夠高所致。

第四節 風

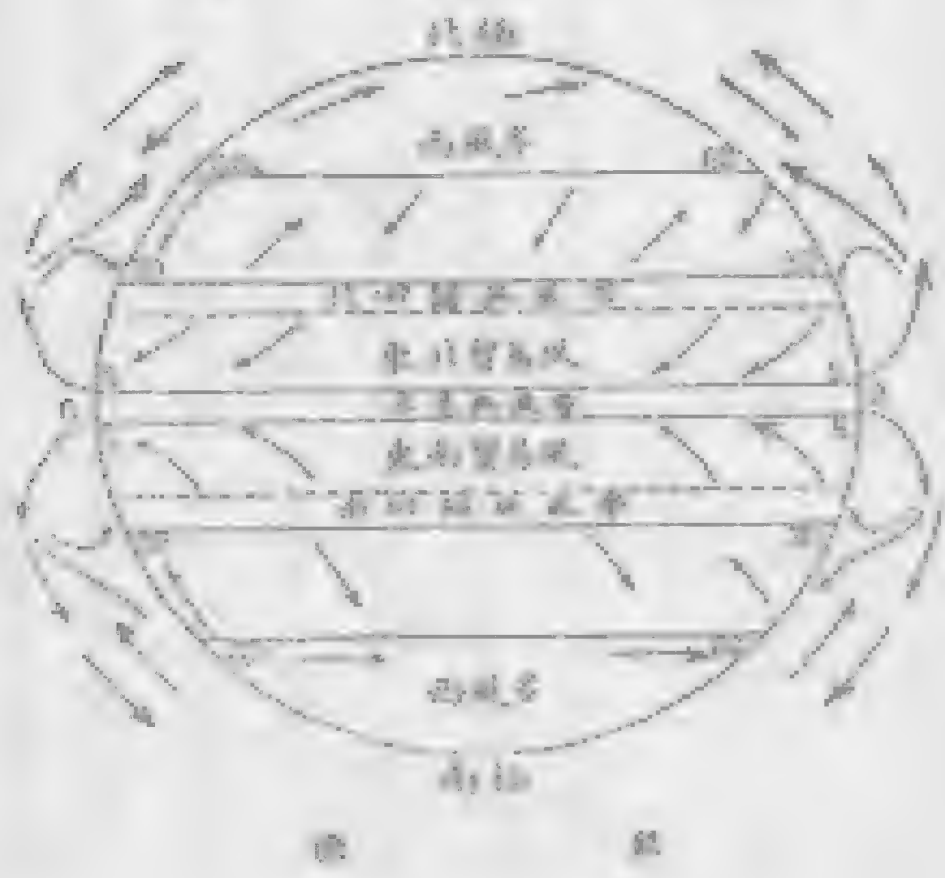
大氣之運動，即氣流，稱曰風。風常自高氣壓部向低氣壓部而吹動，與水自高處向低處流動相似。凡由高氣壓部向低氣壓部流動之風，因受地球自轉之影響，故其吹動方向，並不作直線吹，必多成爲螺旋狀，在北半球者向右旋，南半球者向左旋，即所謂伯利風轉。其轉之法則，是以此乃由於地球自轉之角速度，自赤道



等用物，則海河潮水減低，故二地非自轉之角速度等速，最速兩極則等速。

赤道方面，因氣溫低，故氣壓高，依此高壓二地之氣壓，因減低其平均，乃發生氣流，赤道方面，氣面較輕之大氣由上層流至兩極，兩極方面，氣面較重之大氣，由下層流至赤道，亦有極重之氣，向熱地聚太形勢，經緯度，於赤道處，公積其體積，故上層氣流，漸次向兩極流，赤道方面，氣面較重，加以上層之氣，由兩極處之海太，故赤道處二十度之氣，即計為二升，赤道氣壓，則

圖 一 十 西 第



而極速行，然大部分則降於地表。當其下降時，即分爲二分，一部分由下層移動而極速行，然大部
分則慢於前移而赤道方面流動之下層氣流中間愈厚，緯度之角速度，如前所述，自赤道至兩極
極，漸趨於漸減，故依伯色斯哥羅之法則，自赤道三十度附近，則赤道方向流動之下層氣流，在北
半球者爲之東風，在南半球者爲南東風，自赤道向極地移動之上層，在北半球者爲西南風，在南
半球者爲西北風，此種下層氣流，多名之以貿易風，上層氣流，則名之以反貿易風，兩半球之貿
易風，相合之處，及緯度之相近，故爲熱風，極地附近，此風者，則爲赤道熱風，北半球者，則爲北
風，南半球者，則爲南風，故赤道之熱風，常向南北兩極而移動，貿易風又爲赤道赤道風，（赤道）

張三張四，有國有民，有土有財，有德有業。

名	朝	序	次	強	風	運	移	記
經	風	○	經	南	土	○	至	一五
秋	風	一	感	覺	和	風	一	百三三五

和風	疾風	強風	烈風	颶風
二	三	四	五	六
樹葉動搖	大枝動搖	小枝吹折	大樹之枝幹動搖	樹倒屋覆
三・五至六・〇	六・〇至一〇・〇	一〇・〇至一五・〇	一五・〇至二九・〇	二九・〇以上

凡向低氣壓之中心而場中之氣流，若因強風，自高氣壓之中心向周圍擴散之氣流，名曰洋風。當風運動之方向，在北半球者向右，在南半球者向左。與時計之指針反方向旋轉。在南半球者向左，與時計之指針同方向旋轉。適量風則反之。又旋風必與氣流之上層相伴，適量風則必與氣流之下層相伴。

強風之漸弱者，稱爲小旋風。多在平穩之日，有間歇的強風吹動時所發生。本報載片，往往被吹上雲。旋風之種類者，除急旋風，颶風一日發生時，必有一圓中心，其中心是不停止於一處，必所由忽而漸移。此時旋風之下，房屋亦被氣之激發，已與動之來至氣，即隨大氣之上而後，必有

圖二十海第



風旋之區半北(甲)



風旋之區半北(乙)

上升，上升之水蒸氣，於高處上遇凝結之空氣，即凝結為雨，放出潛熱，一舉而兩得，使氣旋上升；凡在旋風中心之前面，因富不飽和，故氣壓低，故富氣地方有此種之旋風，通過時，定必降雨。

（附註）此種旋風之形成，與風之形成，有極大之關係，故在風之形成，必先有旋風之形成，此種旋風之形成，必先有風之形成，此種旋風之形成，必先有風之形成。

海面之上，因水蒸氣之凝結，故旋風之形成，必先有風之形成，此種旋風之形成，必先有風之形成，此種旋風之形成，必先有風之形成。故旋風之形成，必先有風之形成，此種旋風之形成，必先有風之形成，此種旋風之形成，必先有風之形成。

測旋風之發生，因空氣首先被旋風，而現出於空中也。

旋風中心之道路，在北半球者，最初向北西而進行，至北緯三十度之附近而，即轉向北東；在南半球者，最初向南西而進行，至南緯三十度之附近而，即轉向南東。又當最初發生時，中心雖小，風力漸弱，然在行至緯度三十度之附近，中心亦漸稍

擴大，風力最盛，是時行至緯度五十度之附近，中心已變極大，因旋風中心集中之風力特強，終至漸次消散，旋風進行之速度，以在緯度三十至四十度之附近為最大。

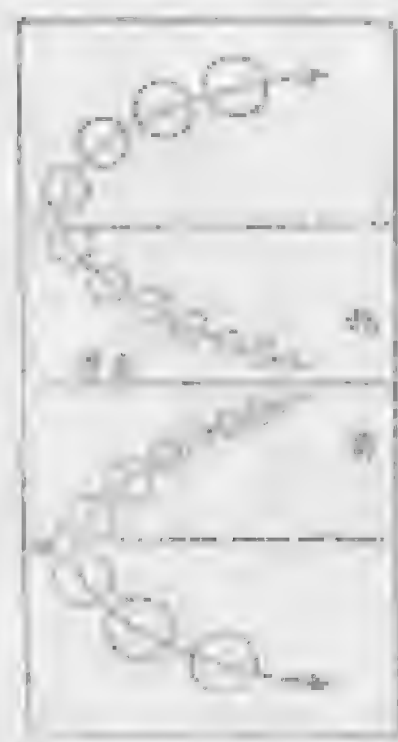
伴有副旋風之旋風，較前者雖只是極微之，但因旋風之中心，易於發現之，且其進行之方向為顯

圖三十 副旋



圖上見旋

圖四十四 第



圖行運風旋

向風方向，亦有一定之規則，故不難設法測定之。茲將依據風向，推定房屋中心所在之方向，舉示其標準如左：

北 半 球								風向	房屋中心所在之方向
北	北東	東	南東	南	南西	西	北西		
北	東南東或更南方	南南東或更南方	南南西或更西方	西南西或更南方	西北西或更北方	北北東或更東方	東北東或更東方		
南 半 球								風向	房屋中心所在之方向
北	北西	西	南西	南	南東	東	北東		
西南西或更南方	南南西或更南方	南南東或更東方	東南東或更東方	東北東或更北方	北北東或更北方	北北西或更西方	西北西或更西方		

氣旋中心附近之風向，常取作切線於等壓線之方向，風力最強，漸離中心，則漸與等壓線成較大之角度，風力亦漸次減小，中心移動之方向，因等壓線係成橢圓，故求其長軸，即可知其方向。

吾國及日本各處所受之風，分有二種：一稱大陸氣旋，多平當於十時（即西大陸）；一稱颱風，夏季發生於南洋羣島，此因該處氣候，太陽直射，氣候風不至等所致。

颱風發生於該處，且因其發生之時間

頗覺放散，倘若其具之此風，固主由於西方驟來，故其勢力更富之極，得而作穩定之空氣。

風一日驟變時，其中心遙遠並處之中，而南方

北方，其風氣學之變化，風向之變化等，皆各有一定之關係，故易知此風中心移動之方向，即風向

動之速度，一小時平均約十海里至二十海里，風力最強之中心部之位置，平均約八十海里。

第十四圖



旋風之風向與風力之強弱中心風力

海洋上正平穩之日中，空氣日暖而膨脹，吸入一種軟風，此種軟風，隨着海軟風，在副寒帶日中，向海吹出一種軟風，此種軟風，隨口隨軟風，海軟風，當交代時，即無風，此種軟風，乃因陸地上之暖空氣，被海軟風，日中較海上之氣壓低，在副寒帶上之氣壓高所致。

限於一地方

或一時季，常有一
定之風，連續吹來，
此種風，稱為氣候
風，乃由水陸分佈
之狀態所起之現
象也。如我國夏季
常有南風或東南
風，冬季常有北風

圖 六 十 四



風 候 圖

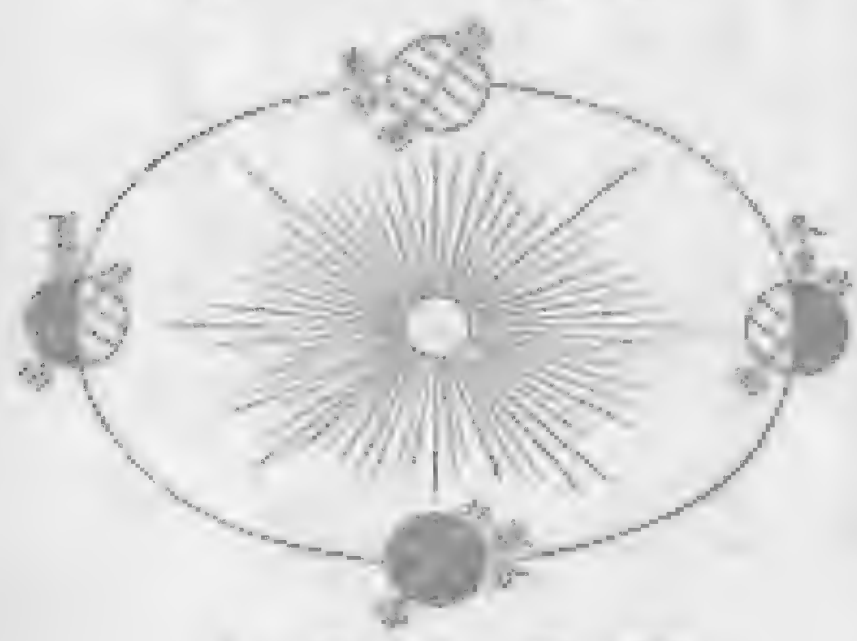
或南北風，即夏季有西南風或東南風，冬季有西北風或東北風，此等風，即氣候也。

當大氣運動，氣溫高昇，空氣因熱之故，大氣上層之某小部分，異常的熱，氣溫急驟下降，此氣必發生一種旋風，此種旋風，如捲起陣雨或海潮時，則必自陸上或海面發生，經高熱之激烈上昇後，海面之上，往往將海水向空捲上，故此種旋風，當稱曰龍捲風，如船遇之，往往傾覆沉沒，當經年於陸上時，拔木清屋，或片樹飛上，為害匪淺。

第五節 氣候

凡因某時刻中大氣之狀態，曰天氣，終年不能變遷天氣之變化，以求數年或數十年之中均者，則稱為該地之氣候，氣候使該地為該地之公轉，即可

圖 七 十 四 第



化 變 之 季 四

內之增溫四季之變化，無依冰陸分佈之不同而所發生各種現象（面積風等）之變化，亦常有顯著之影響。

日光直射地球表面時，海面與陸面之受熱與放熱，大有差別，要示如左：

	海	陸	
一	被陸地二倍易於暖與冷。	較海水二倍易於暖與冷。	
二	受熱雖以表面為最大，然又能達到深層中。	受熱始限於表面。	
三	表面受熱之一部分，用其水蒸氣之蒸發熱，一部分則以上昇水溫。	表面受熱之大部分，係供上升地表暖氣之用。	
四	海水因常移動，故同一面水，在同一條件之下，冷熱之進行，時有變化的。	陸地因不移動，冷熱之進行，故常速。	

南半之氣候，其晝夜之差別四季之別，常較陸地爲小，故陸地於地面之空氣，較諸極寬大陸之空氣，其晝夜溫度之差別四季溫度之變化亦常小；前者稱爲海洋氣候，後者稱爲大陸氣候。

在貿易風帶之海上，氣候最爲單調，各月各年溫度之變化，極端微小，然如極度溫帶，則一年之中，固有二回之變化，爲其夏季貿易風之影響，而冬季多由氣候溫和，冬季則乾燥而感受極高之寒度。風帶地方，日射之定期變化（四季變化）與低氣壓及高氣壓之不定期變化較甚，海洋氣候及大陸氣候之差異較大。南半球上，向大抵皆爲海洋，故氣候較爲單調，北半球上，因陸地較廣，且因緯度之關係，故氣候之變化特甚。歐亞亞非之緯度十度以北，氣候在此極溫極寒，則因受有甚大潮流之影響所致。

第三章 海洋生物學

第一節 生物之分布

地球上之生物，自出現以來，生存競爭，無時或息。此因波求種屬之繁榮計，不得不講求一切之手段與方法焉。又於生存上，尚欲占一優劣之位置，即互相復讐化而意欲優勝劣敗之結果；如周圍之狀況適應其生活之處，則各各生存，現出適者生存，如此則劣者及不適者，均被自然淘汰而致絕滅，優者及適者，各各安插生存而分佈於地球之上。生物之分佈，雖多被各地之地理所支配，然氣候亦能影響左右之。

生物之分佈，自舉例亞於兩極，恆作水平向線化，同時於各地土又有垂直向差異。動物之分布，遠不及植物之繁生。動物分佈之變化，亦常視其於植物、昆蟲、動物、植物、海流、風、及其動物之適應環境，如氣候、土壤、濕度、溫度、動物之氣候及食物之關係，常以固守於一定之區域者較多，其中如鳥類、爬蟲、兩栖、魚類、昆蟲、植物、海洋之一部而已。然動物

之中，情勢甚重。一區域，適與該處面似為土著者固有之。大洋之深層中與大陸之山嶺上，一見雖似毫無植物生存其間者，然如細細調查之，適於生活之生物，不拘多少，必有發生。又植物於日光不到之處，雖不能發育，然動物中則生存於黑暗世界中者亦有之。

大多數之下等動物，皆棲息於水界中。高等動物，除鳥類以外，亦有數種，適於水中。植物之中，則殆限於藻類。故生活於水界中之動物，其種類及數量，遠勝於植物之上。

第二節 浮游生物

浮游生物，乃生活於水中之微細生物之總稱。常隨風波、潮流及帶旋等而漂轉，因最易於漂；當其天氣晴麗之日中，見海面如塵埃而浮游者，其大部分即浮游生物也。浮游生物之中，有於一生世間與無浮游生活者，有僅於幼時暫浮游生活者，當於日光透射充分之沿岸水中，盛行繁殖。

浮游生物之中，以無足浮游力者，居其多數。此等浮游生物，為來自海洋計，故常現出暗潮

之體積，向水面比其體積之油，而與氣體接觸，以保其身體
較與水接觸者，則較保持較上者，則因多含細長之毛，其突起者
露出者，形狀扁平，其扁平面與水平面保持平行者，形成針狀，其
長軸與水平面保持平行者，俱為增加對於向水之摩擦，以維持
身體飄浮之構造也。然在環境中及甲殼類中，具有游泳力，復間
上具十數尋至數十尋，及更闊下降者，亦我見不鮮。

但採取浮游生物之器具，稱曰浮游生物網，採取時，將網放
在水面，一端繫於船後，船向前進時，網隨船行，即有許多浮游生
物進入網中（第四十八圖）。

浮游生物有動物性與植物性之分，植物性浮游生物，自無
移動之力，植物性浮游生物，夜間常見於水面，晝間常沉於海底，

或下降，植物性浮游生物，常為動物性浮游生物之營養物質，大形之浮游動物，亦常用為其餌，以

第 四 十 八 圖



浮游生物之網

營養身體。

植物性浮游生物之主要者，其種類極其簡單。硅藻類在純然沿岸水性中，常成大量而浮游，其中如 *Thalassiosira* 爲最普通。鞭毛類或稱纖毛蟲類，其原生動物者有之，在沿岸水中，則僅存大洋水之溫暖地方，發生其變，其中以 *Chlamydomonas* 與 *Volvox* 爲最普通。

動物性浮游生物，以屬於甲殼類之植物類爲主，而原生動物，如鞭毛類，棘皮動物，環形動物，軟體動物與節足動物中之浮遊類等，則大多數於幼時發育浮游生活，而於一生涯期間養之者則極少，僅如刺絲幼蟲等之營大洋生活之原生動物如孔蟲與放射蟲，及屬於軟體動物之海月類等之有體，而兩所是，則能發育成熟，以攝食營養之故也。

第二節 最少限之法則

林止魯氏 (Lincoln) 曾見關於生物營養之法則，同於所說，蓋關於植物，則對於動物不可適用。

植物之營養上所必須之要素，爲含有碳素、氮素、氫素、氧素、磷素、鉀素、鈣素、鎂素、矽素、硼素、白素、鈣、鈉、鉀、鎂等十種之化合物；就中以碳素化合物、氮、磷及磷等爲植物營養上之四大要素，故於施肥之際，最宜加以注意。然植物營養之作用，各種營養物質，並非各各單獨作用，必須與其他營養物質，共同作用，始具效力。然一種植物之營養，各種營養物質之間，亦必有適當之一定比例，若其種營養物質之一，其分量較此一定之比例爲少，假令其他營養物質有任何之多量存在，該種植物，必不能充分生育，此與三星之鹽相同，凡三本之昆中，如有一本較短，則其他二本，必不能支持其身，而致傾倒矣。故植物生育之良否，對於各種營養物質之適當的比例，多或不足之營養物質所支配。海水中所含上述之四大要素中，鈣與石炭酸常能必要之量以上，氮素化合物與磷素，則含量皆甚稀少。海產生物之營養，係以植物性浮游生物爲基礎，其繁殖之良否，對於海產生物全體發育之良否，固具甚大之關係，故海產生物生育之良否，常與氮素化合物及磷素存在量之多少有比例也。

供給海水之四大要素，其來源爲四川、仰山淡水滲出此等物質，漸漸滲透至於海水中而來。就中磷酸雖不由細菌所分解或合成，然氮素化合物，則常由細菌分解或合成之。

第四節 細菌之作用

存在於海水中之氮素化合物，雖有硝化細菌、亞硝化細菌及反硝化細菌等數種；然植物將主由硝化細菌以攝取氮素。於海水之中，如陸上然，尚含有硝酸鹽、亞硝酸鹽及硝酸態氮、亞硝酸態氮等，作用於氮素化合物之細菌。如亞硝化細菌之生活要素，係要求高鹽度，析出亞硝酸鹽；硝化細菌之生活要素，係要求高鹽度，以析出硝酸鹽。細菌之生活要素，係將硝酸鹽及亞硝酸鹽，其為亞硝酸鹽及起而反分解，而為之氮素。惟此等固態之鹽類，對於海水之溫度，頗具關係之關係，即水溫高，氧氣不足時，係硝化細菌之繁殖，其中，水溫中，氧氣充足時，則硝化細菌之繁殖旺盛，水溫低降時，則繁殖何種細菌，均皆不宜繁殖矣。

寒帶地方之海水中，植物性浮游生物之不發育，係因於水溫低降，使細菌繁殖之不能繁殖，亦當其原因之一。熱帶地方之海水中，植物性浮游生物之不發育，乃由硝化細菌之繁殖旺盛，致硝酸鹽不足，使熱帶地方之海水中，除水溫較低之冬季及水溫較高之夏季外，在春

溫中魚之群聚之季中，以初春與秋季，游動之活動較大，故在此時期中，營養化合物豐富，並以降溫為主，自陸上輸入多量之各種養分，因而植物性浮游生物之產出頗夥，同時且更有動物性浮游生物，發生其中。由此將春秋二季互相比較之，夏季中國領海產量之活動較大，故夏季時期中，營養化合物之存在量較小，反之，冬季中國領海之活動而無，其化合物之逐漸蓄積，故冬季時，其存在量較大，因而冬季中浮游生物之豐富，高於秋季為良好，如於春期中魚類及其他一類海產生物之產量而發生者，即因浮游生物豐富所致。

第五節 海產生物之適所

海產生物之生存上所必需之要素，為要求日光、溫熱、食糧、營養物質、鹽分與等條件，此等要素之數量，常隨生物之種類而異，又同一生物，依時期之不同，亦稍有差異與變化，故在比較要素上比例最適合之處，則各種生物，當有其最適所。

日光為海產生物之發育上所不可缺少者，如海藻植物，皆係藉日光之力，方能發揮其作用。

也。故在日光適宜而深層之深層中與在水平的影響方面之生物，其發育往往不很充分。

溫帶，即水溫是低，多數海洋生物，皆係冷血動物，故對於所棲海水溫度之變化，其敏感較凡熱水溫過高或過低，均能使新陳代謝之作用顯著或過緩，故在日光適宜而深層之深層中與在水平的影響地方及寒帶地方之生物，其發育亦不充份。

食物，亦海產生物之發育上最重要者。海產動物，除貝類以外，多係肉食性，常隨食弱肉，皆得不屬。其最富之食物，則為浮游生物，如陸上之牧草然。凡浮游生物繁茂之處，各種海產動物，亦必十分繁盛。動物性浮游生物主由植物性浮游生物以營養之。植物性浮游生物則由陸地所注入之淡水中所溶解之肥料以培養之。凡自陸地注入淡水，受其影響之範圍，為沿岸水之範圍，然在熱帶方面沿岸水中所溶解之肥料，以該地之土壤，故其溶解而所分解者，常較被植物浮游生物所利用者為多，寒帶方面因水溫過低，植物性浮游生物之發生不良，因之沿岸水中所溶解之肥料，使植物性浮游生物利用者較之溫帶方面之沿岸水中所溶解之肥料，常被植物性浮游生物之充分利用，故該區溫帶被植物性浮游生物及各種海產生物之生育。

環境方面			
下層	不充分	上層	不充分
		充分	充分
		多	少
		量多	量少
		量充分	量不充分

由上表觀之，可知日光充分，溫熱中，動物較多，空氣充足者，為溫帶方面沿岸水之範圍，故在此範圍中，海產生物，生育旺盛，尤以在海底之水深達二百公尺之大陸架處為最著，故大陸架自古以來為良好之漁場，此其溫帶方面沿岸水範圍中之特色也。

赤道在赤道附近之處，海產生物之種類，雖其繁多，然某一種類則合成大羣者則無之，反之，在赤道附近之處，海產生物之種類，雖其稀少，然常見某一種類，合成大羣而棲息，例如鱈，鱈魚，在赤道附近日本北海道方面者即是。

大洋水中，魚類皆不生育，然鰻之一種，則有以大洋水環境數百公尺之深處為產卵場者，海洋生物之浮游於大洋水者，雖亦僅屬少數，然其死體棲息久之年月，必漸降沉而積於大洋之底質，大洋之下層，因食物稀少，故僅見一種目大，身體細長，肉質薄弱，眼極微小或失明，鰻魚也。

最顯明之點，是就大海水之範圍觀之，其形狀相似，亦為不主之地，且其區域廣約占全海面之八二%許。

第六節 珊瑚礁

珊瑚其在水深四十公尺內，水深不達二十度以下，水質清潔，海國平穩之處海中所繁生之一種動物，其體有分泌之石，以形成骨體，造成珊瑚礁，其組織之珊瑚，係屬於有珊瑚一類。

珊瑚礁之組織，名曰珊瑚礁，可分為三種：第一，沿海岸而生者，名曰岸礁；第二，遠離海岸，獨立海中，形似狀，其間或有海水者，名曰堡礁；第三，獨立海中，形似不規則之環狀，內圍或有淺水之海水者，名曰環礁。珊瑚礁之種類，參閱文員會地降地降下說以說明。

圖九十四 珊瑚礁



之，那一環則顯爲生活環境，而
之動物，於其遺骸，則深藏於地
見之，故礦物之生成，必由地殼
之變化下降而成者，當其生成
時，最初必生形成厚塊，次之乃
形成圓體，最後始形成環形，一
至於其後之變遷，未必詳記
於土地降下之處，如非將點
之，二三一二，隨其之跡上，固
亦有發見，故現時有稱其爲生
於大陸之一部或爲環，要則本所變態，於海中所成之環心地上者。

圖 十 五



圖 一 十 五



第七節 發光及色

海水之中往往常有發光之生物，而淡水中則無之。如螢光細菌與夜光蟲等之能發微光，即爲人所熟知者。當夜間航行於海上時所見之光，即由螢光細菌與夜光蟲之發光所發。海螢與中蝦類中屬於發光類之生物，能自紅褐色分泌一種液體，此種液體，接觸海水，即能發光。又如螢蝦，螢蝦與其棲息類，亦當有一種特別之發光器，發生光輝。如海水接觸於水多時，則往往見有螢光與光輝而發光。

發光生物所發之光，如螢光細菌係由刺激而發光，其他由成蟲而發光者有之，由標本而與來同類而發光者亦有之。能發光之魚類，以棲息於深達七十呎至二百五十呎之深處爲最多。海螢生物之色，係因保護作用與同化作用而產，如螢與蝦因係大洋性魚類，故多是與水色相似之青藍色或紅棕色；如鯊與鰻因係沿岸水性魚類，故多是近於水色之青色或綠色；如鯽與比目魚則係底性魚類，故常呈與底色相似之色。又如棲息於海藻中之魚類，常呈與海藻相近之

色。若他一切魚類，其腹面皆呈白色者，皆由保護作用而得之色也。譬如鱈魚，其腹面皆呈白色，棲息於淺底淺海，最著之呈白色，應是於自五十磅深處者之呈紅紫色與褐色等，則皆因同化作用而得之色也。凡其因同化作用而起之色，以呈時變深處之白色之鱗色，二色相混成白色時，此二色即互為餘色一者居多。

第八節 繁殖

浮游生物大抵於一年之中，即行繁殖，若人等置之於海水中，則當能保持數年，至十數年之生命。如海產之魚類，即其一例。據統計魚類之年

圖 二 十 五 第



種 二 魚 海 深
(者 器 光 發 有 下)

能自一易易之方法，即觀察其上所存之印痕，試之以應用其年齡也。

已從威靈頓之海產動物，必驚悉即，海產者，所以防止地產其最之唯一手段也。試中如鮑類之產大印者，即產印數，常約極少，如該蟹類與鮑之產小印者，所產印數，常達數十萬至數百萬枚。

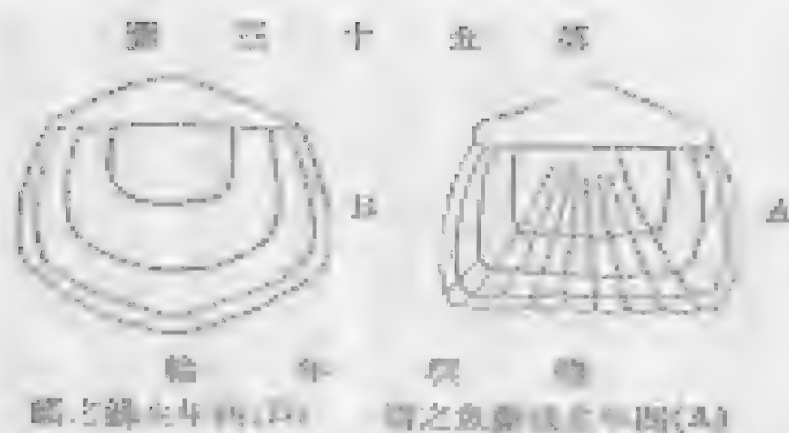
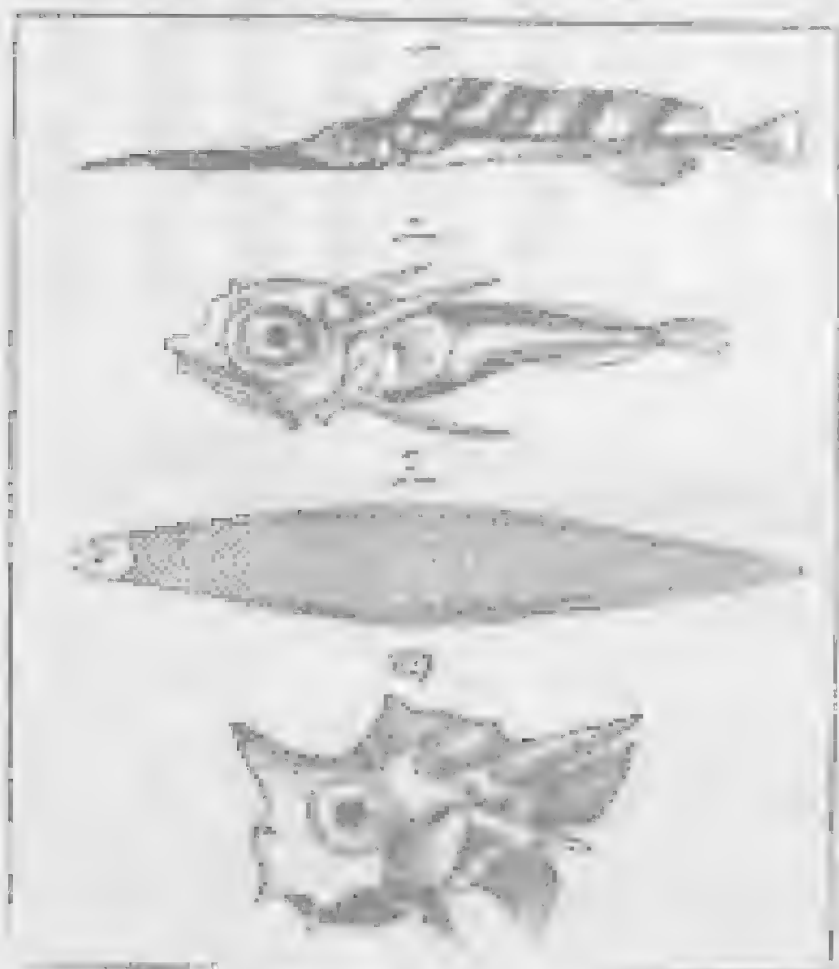


圖 一 五 第

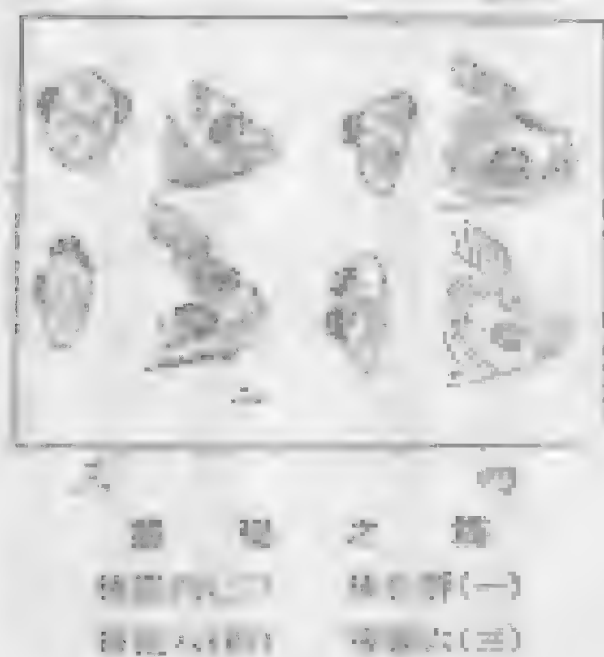


魚 類 之 易 印 痕 跡
魚類之易印痕(一)
魚類之易印痕(二)
魚類之易印痕(三)
魚類之易印痕(四)

之多。此因鯨鯢之產大卵者，在卵時代及產魚之時代中，被其他魚類所捕食者無之，故所產少數之卵，僅能少數因孵化而為成魚。反之，如鯢魚與鯽等之產小卵者，在卵時代及產魚時代中，被其他魚類所捕食者極多，故雖產多數之卵，皆因化而為成魚者，不過居其少數而已。通常產多數之大卵者，雖或有之，然隨幼體之大小而各有一定，故視消耗率之大小，以定產卵之大小與多少，實為實際上最安全之方法。即消耗率小時，則產少數之大卵，消耗率大時，則產多數之小卵，二者適一以行之是也。魚卵之孵化，亦不關係於被其他魚類捕食之多少，而水溫及溶氧等，實為最重要之條件。孵化之速，因成魚之數目雖多，然常不為大之相稱，如鯽魚與鯢等之卵，雖化而為成魚之數，則相差甚大，如鯢之卵，雖生甚速，則其體位仍在二者之中間。

人工孵化者，即將產卵之卵，由人為的處理，

圖 五 十 五 第



使其孵化，以除去卵時代之消耗是也。稚魚飼育者，即將人工孵化之稚魚，飼育至其有活動力之時，方放入湖水或大海之中，以除去飼養稚魚初期之消耗是也。欲使稚魚的常態魚類之增加，則非施行人工孵化與稚魚飼育不可。一面又須嚴禁採取卵子與捕獲稚魚，以保護其繁殖，如是魚類之增加，漁業之振興，庶乎有望矣。

卵有浮卵與沉卵之分。沉卵則多具附着力。卵經數日之後，孵化而為許多之稚魚，稚魚初時生質較沿岸，漸漸生長，漸漸向中央移動。已產卵之魚，如鮭、鱒、鱈等，往往於一河產卵以後，即行死去，然多數皆能生命延續，年年產卵。

凡自孵化至達於成熟期之魚，稱曰稚魚。稚魚能發生變態者，僅有之。稚魚時代，關於一年者有之，關於數年者亦有之。一切魚類至達第一回產卵時之大，多稱為生物學的最小形。故如欲求魚類及其產卵之壽時，則須自卵時代至成生物學的最小形之時期，加以總密之保護。

第九節 洄游

海產生物遷移之長距離而作游水移動時，稱曰洄游。惟其洄游之通路，則略有一定。凡特洄游之生物，曰洄游生物。終生在沿岸生活之生物，曰沿岸性生物。接近海底而生活者，則曰底棲生物。多數魚類之洄游，其距離雖有長有短，然洄游之通路，則俱稱之曰魚道。其成大羣而洄游者，以在求食與逃避場所時為較多。前者名曰索餌洄游，後者名曰避敵洄游。如鯊之一類，其索餌洄游，實在海水之中，然產卵洄游，則往往溯河而上。鱈類則反之，其索餌洄游多在河中，產卵洄游則下溯至於海水中。其他一般魚類，其洄游以在海水中為常。洄游及產卵洄游者居多。

魚類為冷血動物，其溫度之調節，賴其體表，因之其洄游亦隨之變化。其為鯊類，故常洄游自砂之適度而洄游。又有時較上對於海水中鹽分之變化，極敏感者有之，對於可食食物之浮游生物之量及種類之變化極敏感者亦有之。

凡調查海洋之狀態及其變化者，稱曰海洋調查。依據海洋調查，即可明瞭魚類洄游之範圍及魚道。直接調查魚類洄游之方法，在魚體上附以標識者，往往有之。標中以聯合標誌，隨其洄游而示之魚道，頗有幾

圖六十五 魚



魚之體標附

當良好之成績。

魚類因海洋之狀態及變化而作迴游者雖有之，然其不關於自體之情形下而作休眠者，亦不乏其例。如鯊、鰐、鱈、魚、鰻、鰩等，即是。牠等因捕獵魚之休眠期較短，鯊與鰐等，則一年之中，大部分皆作休眠之狀態。

依據海洋學之研究，雖可明瞭魚類迴游之範圍與途徑，然於此處諸種魚類，究有大學存在與否？一面於過去之情形下，對於魚類之多少，察定之，比較該魚固有之良否等，雖有其大之困難，然同時亦僅調查此等調查而已，在過去情形下之海洋狀態及風力、日照時間、降水量等氣象狀態，與該魚迴游之多少等，亦有甚大之關係也。

海洋學通論終

附 錄

第 一 表

〔使 用 法〕

例：現場比重為 1.0248，當時比重瓶出時之水溫為 19.8，試求換算比重！

解：查內現場比重 1.0248 一欄中，水溫 19.8，因在 19.5 與 19.9 之間，故按製左方換算比重 1.0250 與上方之 1，即可求得換算比重為 $1.0250 + 1 \div 6 = 1.0257$ 。

備考：如現場比重為 1.0248，當時比重瓶出時之水溫為 19.5，則其換算比重，可依法求得為 $1.0250 + 0 \div 6 = 1.0250$ 如現場比重為 1.0249，當時比重瓶出時之水溫為 19.5，則其換算比重，依法求得，亦為 $1.0250 + 1 \div 6 = 1.0252$ 。此時比重計之讀數係數亦已算入。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.0000	1.0000	0.25							
		10.14.5.16.30.16.116.4.17.318.018.5.19.1.10.100.1							
		20.30.0.21.2.21.6.22.1.22.8.23.1.23.8.24.0.24.4.24.10							
		30.46.1.27.7.28.3.28.6.29.0.29.4.29.7.29.1.29.8.30.8							
		40.62.1.33.7.33.6.33.1.33.8.34.0.34.1.34.1.34.1.34.1							
1.0025	1.0010	1.8	8.6.10.3.11.7.12.8.13.7						
		2.0.4.5.15.3.16.1.16.7.17.2.17.8.18.3.18.9.19.0.20.0							
		30.20.3.21.1.21.8.22.0.22.6.23.1.23.6.24.2.24.8.25.8							
		40.36.2.26.7.26.3.26.9.27.5.27.1.27.6.28.2.28.8.29.7							
		50.52.1.32.4.32.8.33.1.33.5.34.0.34.4.34.8.35.3							
1.0050	1.0025	3.6	6.5.9.2.10.7.11.8.12.9.13.7						
		10.14.5.16.3.16.1.16.7.17.2.17.8.18.3.18.9.19.0.20.0							
		20.30.0.21.1.21.8.22.0.22.6.23.1.23.6.24.2.24.8.25.8							
		30.46.1.27.7.27.3.27.9.28.5.28.1.28.6.29.2.29.8.30.8							
		40.62.1.33.7.33.1.33.5.34.0.34.4.34.8.35.3.35.9.36.9							
1.0075	1.0050	7.2	6.7.9.5.10.8.12.9.13.7						
		10.14.5.16.3.16.1.16.7.17.2.17.8.18.3.18.9.19.0.20.0							
		20.30.0.21.1.21.8.22.0.22.6.23.1.23.6.24.2.24.8.25.8							
		30.46.1.27.7.27.3.27.9.28.5.28.1.28.6.29.2.29.8.30.8							
		40.62.1.33.7.33.1.33.5.34.0.34.4.34.8.35.3.35.9.36.9							
1.0100	1.0075	1.1	6.0.9.7.10.9.12.1.13.8.13.7						
		2.0.4.5.15.3.16.1.16.7.17.2.17.8.18.3.18.9.19.0.20.0							
		30.20.3.21.1.21.8.22.0.22.6.23.1.23.6.24.2.24.8.25.8							
		40.36.2.26.7.26.3.26.9.27.5.27.1.27.6.28.2.28.8.29.7							
		50.52.1.32.4.32.8.33.1.33.5.34.0.34.4.34.8.35.3.35.9							
1.0125	1.0100	3.0	6.7.8.4.10.9.11.1.12.9.13.8						
		4.4.10.5.15.3.16.1.16.7.17.2.17.8.18.3.18.9.19.0.20.0							
		20.30.0.21.1.21.8.22.0.22.6.23.1.23.6.24.2.24.8.25.8							
		30.46.1.27.7.27.3.27.9.28.5.28.1.28.6.29.2.29.8.30.8							
		40.62.1.33.7.33.1.33.5.34.0.34.4.34.8.35.3.35.9.36.9							
1.0150	1.0125	1.7	6.6.8.7.10.1.11.2.12.9.13.8						
		7.0.11.5.15.3.16.1.16.7.17.2.17.8.18.3.18.9.19.0.20.0							
		20.30.0.21.1.21.8.22.0.22.6.23.1.23.6.24.2.24.8.25.8							
		30.46.1.27.7.27.3.27.9.28.5.28.1.28.6.29.2.29.8.30.8							
		40.62.1.33.7.33.1.33.5.34.0.34.4.34.8.35.3.35.9.36.9							
1.0175	1.0150	0.8	7.6.9.1.12.3.13.1.14.1.15.9						
		8.0.14.6.15.3.16.1.16.7.17.2.17.8.18.3.18.9.19.0.20.0							
		20.30.0.21.1.21.8.22.0.22.6.23.1.23.6.24.2.24.8.25.8							
		30.46.1.27.7.27.3.27.9.28.5.28.1.28.6.29.2.29.8.30.8							
		40.62.1.33.7.33.1.33.5.34.0.34.4.34.8.35.3.35.9.36.9							
1.0200	1.0175	2.2	8.1.7.5.9.2.10.4.11.3.12.1.13.9						
		9.0.15.6.15.3.16.1.16.7.17.2.17.8.18.3.18.9.19.0.20.0							
		20.30.0.21.1.21.8.22.0.22.6.23.1.23.6.24.2.24.8.25.8							
		30.46.1.27.7.27.3.27.9.28.5.28.1.28.6.29.2.29.8.30.8							
		40.62.1.33.7.33.1.33.5.34.0.34.4.34.8.35.3.35.9.36.9							

空氣比容換算表		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.0180	1.0180	全空									
	1.0180	1.0	6.1	8.0	9.8	10.5	11.0	12.4	13.1	13.9	9
	1.0180	14.6	15.8	16.9	16.8	17.7	17.6	18.5	18.7	19.9	0
	1.0180	20.1	20.5	21.1	21.1	22.1	22.0	22.8	23.0	23.9	1
	1.0180	24.9	24.9	25.5	25.7	26.7	26.6	27.3	27.5	28.4	2
1.0110	1.0110	1.0	6.1	8.0	9.8	10.5	11.0	12.4	13.1	13.9	9
	1.0110	14.6	15.8	16.9	16.8	17.7	17.6	18.5	18.7	19.9	0
	1.0110	20.1	20.5	21.1	21.1	22.1	22.0	22.8	23.0	23.9	1
	1.0110	24.9	24.9	25.5	25.7	26.7	26.6	27.3	27.5	28.4	2
	1.0110	28.4	28.5	29.0	29.2	30.2	30.1	30.8	31.0	31.9	3
1.0140	1.0140	1.0	6.1	8.0	9.8	10.5	11.0	12.4	13.1	13.9	9
	1.0140	14.6	15.8	16.9	16.8	17.7	17.6	18.5	18.7	19.9	0
	1.0140	20.1	20.5	21.1	21.1	22.1	22.0	22.8	23.0	23.9	1
	1.0140	24.9	24.9	25.5	25.7	26.7	26.6	27.3	27.5	28.4	2
	1.0140	28.4	28.5	29.0	29.2	30.2	30.1	30.8	31.0	31.9	3
1.0170	1.0170	1.0	6.1	8.0	9.8	10.5	11.0	12.4	13.1	13.9	9
	1.0170	14.6	15.8	16.9	16.8	17.7	17.6	18.5	18.7	19.9	0
	1.0170	20.1	20.5	21.1	21.1	22.1	22.0	22.8	23.0	23.9	1
	1.0170	24.9	24.9	25.5	25.7	26.7	26.6	27.3	27.5	28.4	2
	1.0170	28.4	28.5	29.0	29.2	30.2	30.1	30.8	31.0	31.9	3
1.0200	1.0200	1.0	6.1	8.0	9.8	10.5	11.0	12.4	13.1	13.9	9
	1.0200	14.6	15.8	16.9	16.8	17.7	17.6	18.5	18.7	19.9	0
	1.0200	20.1	20.5	21.1	21.1	22.1	22.0	22.8	23.0	23.9	1
	1.0200	24.9	24.9	25.5	25.7	26.7	26.6	27.3	27.5	28.4	2
	1.0200	28.4	28.5	29.0	29.2	30.2	30.1	30.8	31.0	31.9	3
1.0230	1.0230	1.0	6.1	8.0	9.8	10.5	11.0	12.4	13.1	13.9	9
	1.0230	14.6	15.8	16.9	16.8	17.7	17.6	18.5	18.7	19.9	0
	1.0230	20.1	20.5	21.1	21.1	22.1	22.0	22.8	23.0	23.9	1
	1.0230	24.9	24.9	25.5	25.7	26.7	26.6	27.3	27.5	28.4	2
	1.0230	28.4	28.5	29.0	29.2	30.2	30.1	30.8	31.0	31.9	3
1.0260	1.0260	1.0	6.1	8.0	9.8	10.5	11.0	12.4	13.1	13.9	9
	1.0260	14.6	15.8	16.9	16.8	17.7	17.6	18.5	18.7	19.9	0
	1.0260	20.1	20.5	21.1	21.1	22.1	22.0	22.8	23.0	23.9	1
	1.0260	24.9	24.9	25.5	25.7	26.7	26.6	27.3	27.5	28.4	2
	1.0260	28.4	28.5	29.0	29.2	30.2	30.1	30.8	31.0	31.9	3
1.0290	1.0290	1.0	6.1	8.0	9.8	10.5	11.0	12.4	13.1	13.9	9
	1.0290	14.6	15.8	16.9	16.8	17.7	17.6	18.5	18.7	19.9	0
	1.0290	20.1	20.5	21.1	21.1	22.1	22.0	22.8	23.0	23.9	1
	1.0290	24.9	24.9	25.5	25.7	26.7	26.6	27.3	27.5	28.4	2
	1.0290	28.4	28.5	29.0	29.2	30.2	30.1	30.8	31.0	31.9	3
1.0320	1.0320	1.0	6.1	8.0	9.8	10.5	11.0	12.4	13.1	13.9	9
	1.0320	14.6	15.8	16.9	16.8	17.7	17.6	18.5	18.7	19.9	0
	1.0320	20.1	20.5	21.1	21.1	22.1	22.0	22.8	23.0	23.9	1
	1.0320	24.9	24.9	25.5	25.7	26.7	26.6	27.3	27.5	28.4	2
	1.0320	28.4	28.5	29.0	29.2	30.2	30.1	30.8	31.0	31.9	3
1.0350	1.0350	1.0	6.1	8.0	9.8	10.5	11.0	12.4	13.1	13.9	9
	1.0350	14.6	15.8	16.9	16.8	17.7	17.6	18.5	18.7	19.9	0
	1.0350	20.1	20.5	21.1	21.1	22.1	22.0	22.8	23.0	23.9	1
	1.0350	24.9	24.9	25.5	25.7	26.7	26.6	27.3	27.5	28.4	2
	1.0350	28.4	28.5	29.0	29.2	30.2	30.1	30.8	31.0	31.9	3
1.0380	1.0380	1.0	6.1	8.0	9.8	10.5	11.0	12.4	13.1	13.9	9
	1.0380	14.6	15.8	16.9	16.8	17.7	17.6	18.5	18.7	19.9	0
	1.0380	20.1	20.5	21.1	21.1	22.1	22.0	22.8	23.0	23.9	1
	1.0380	24.9	24.9	25.5	25.7	26.7	26.6	27.3	27.5	28.4	2
	1.0380	28.4	28.5	29.0	29.2	30.2	30.1	30.8	31.0	31.9	3

第 二 表

〔使 用 法〕

例： 換算比重爲 1.0251, 試求含有之鹽分！

解： 表中換算比重 1.0250 與上方 1 相合之處，
爲 33.8；故換算比重在 1.0251 時所含有之鹽分，爲
1000 分中 33.8 公分。

換算 比重	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.0010	2.4	2.5	2.6	2.8	2.9	3.0	3.2	3.3	3.4	3.6
20	3.7	3.8	3.9	4.1	4.2	4.3	4.5	4.6	4.7	4.9
30	5.0	5.1	5.3	5.4	5.5	5.6	5.8	5.9	6.0	6.2
40	6.3	6.4	6.6	6.7	6.8	6.9	7.1	7.2	7.3	7.5
50	7.6	7.7	7.9	8.0	8.1	8.2	8.4	8.5	8.6	8.8
60	8.9	9.0	9.2	9.3	9.4	9.6	9.7	9.8	9.9	10.1
70	10.2	10.3	10.5	10.6	10.7	10.9	11.0	11.1	11.3	11.4
80	11.5	11.6	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.6	12.7
90	12.8	12.9	13.1	13.2	13.3	13.5	13.6	13.7	13.9	14.0
1.0100	14.1	14.3	14.4	14.5	14.6	14.8	14.9	15.0	15.2	15.3
110	15.4	15.6	15.7	15.8	16.0	16.1	16.2	16.3	16.5	16.6
120	16.7	16.8	17.0	17.1	17.3	17.4	17.5	17.7	17.8	17.9
130	18.0	18.2	18.3	18.4	18.6	18.7	18.8	18.9	19.1	19.2
140	19.3	19.5	19.6	19.7	19.9	20.0	20.1	20.3	20.4	20.5
150	20.7	20.8	20.9	21.1	21.2	21.3	21.5	21.6	21.7	21.8
160	22.0	22.1	22.2	22.4	22.5	22.6	22.8	22.9	23.0	23.2
170	23.3	23.4	23.5	23.7	23.8	23.9	24.1	24.2	24.3	24.5
180	24.6	24.7	24.9	25.0	25.1	25.3	25.4	25.5	25.6	25.8
190	26.0	26.0	26.2	26.3	26.4	26.6	26.7	26.8	26.9	27.1
1.0200	27.2	27.3	27.5	27.6	27.7	27.9	28.0	28.1	28.2	28.4
210	28.5	28.6	28.8	28.9	29.0	29.2	29.3	29.4	29.5	29.7
220	29.8	29.9	30.1	30.2	30.3	30.5	30.6	30.7	30.8	31.0
230	31.1	31.2	31.4	31.5	31.6	31.8	31.9	32.0	32.2	32.3
240	32.4	32.5	32.7	32.8	32.9	33.1	33.2	33.3	33.5	33.6
250	33.7	33.8	34.0	34.1	34.2	34.4	34.5	34.6	34.8	34.9
260	35.0	35.1	35.3	35.4	35.5	35.7	35.8	35.9	36.1	36.2
270	36.3	36.4	36.6	36.7	36.8	37.0	37.1	37.2	37.4	37.5

第三表

華氏換算至攝氏表

華氏	攝氏	華氏	攝氏	華氏	攝氏	華氏	攝氏	華氏	攝氏
-20	-28.9	28	-2.2	56	13.3	84	28.9	0.1	0.1
-18	-28.1	29	-1.7	57	13.9	85	29.4	0.2	0.1
-16	-27.3	30	-1.1	58	14.4	86	30.0	0.3	0.2
-14	-26.6	31	-0.6	59	15.0	87	30.6	0.4	0.2
-12	-25.8	32	0.0	60	15.6	88	31.1	0.5	0.3
-10	-25.0	33	0.6	61	16.1	89	31.7	0.6	0.3
-8	-24.2	34	1.1	62	16.7	90	32.2	0.7	0.4
-6	-23.4	35	1.7	63	17.2	91	32.8	0.8	0.4
-4	-22.6	36	2.2	64	17.8	92	33.3	0.9	0.5
-2	-21.8	37	2.8	65	18.3	93	33.9		
0	-21.2	38	3.3	66	18.9	94	34.4		
2	-20.4	39	3.9	67	19.4	95	35.0		
4	-19.6	40	4.4	68	20.0	96	35.6		
6	-18.8	41	5.0	69	20.6	97	36.1		
8	-18.0	42	5.6	70	21.1	98	36.7		
10	-17.2	43	6.1	71	21.7	99	37.2		
12	-16.4	44	6.7	72	22.3	100	37.8		
14	-15.6	45	7.2	73	22.8	101	38.3		
16	-14.8	46	7.8	74	23.3	102	38.9		
18	-14.0	47	8.3	75	23.9	103	39.4		
20	-13.2	48	8.9	76	24.4	104	40.0		
22	-12.4	49	9.4	77	25.0				
24	-11.6	50	10.0	78	25.6				
26	-10.8	51	10.6	79	26.1				
28	-10.0	52	11.1	80	26.7				
30	-9.2	53	11.7	81	27.2				
32	-8.4	54	12.2	82	27.8				
34	-7.6	55	12.8	83	28.3				

第 四 表

攝氏換算至華氏表

攝氏	華氏	攝氏	華氏	攝氏	華氏	攝氏	華氏
-30	-22.0	7	44.6	35	95.0	0.1	0.2
-28	-18.4	8	46.4	36	96.8	0.2	0.4
-26	-14.8	9	48.2	37	98.6	0.3	0.5
-23	-9.4	10	50.0	38	100.4	0.4	0.7
-20	-4.0	11	51.8	39	102.2	0.5	0.9
-18	0.4	12	53.6	40	104.0	0.6	1.1
-15	5.0	13	55.4			0.7	1.3
-14	6.8	14	57.2			0.8	1.4
-13	8.6	15	59.0			0.9	1.6
-12	10.4	16	60.8				
-11	12.2	17	62.6				
-10	14.0	18	64.4				
-9	15.8	19	66.2				
-8	17.6	20	68.0				
-7	19.4	21	69.8				
-6	21.2	22	71.6				
-5	23.0	23	73.4				
-4	24.8	24	75.2				
-3	26.6	25	77.0				
-2	28.4	26	78.8				
-1	30.2	27	80.6				
0	32.0	28	82.4				
1	33.8	29	84.2				
2	35.6	30	86.0				
3	37.4	31	87.8				
4	39.2	32	89.6				
5	41.0	33	91.4				
6	42.8	34	93.2				

附

錄

